قائمة المحتويات

الفصل الأول: الحركة الدورانية ٦

الدرس ١ : وصف الحركة الدورانية ٧

الدرس ٢ : السرعة الزاوية المتجهة ٩

الدرس ٣ : التسارع الزاوي ١١

الدرس ٤ : ديناميكا الحركة الدورانية ١٣

الدرس ٥ : العزوم ١٥

الدرس ٦ : الاتزان ١٧

الدرس ٧ : الاتزان الميكانيكي ١٩

الدرس ٨ : القوة الطاردة المركزية وقوة كوريوليس ٢١

أجوبة الفصل الأول ٢٣

الفصل الثاني: الزخم وحفظه ٢٤

الدرس ٩ : الدفع والزخم ٢٥

الدرس ١٠ : نظرية الدفع ـ الزخم ٢٧

الدرس ١١ : حفظ الزخم ٢٩

الدرس ١٢ : الارتداد ٣١

الدرس ١٣ : التصادم في بعدين ٣٣

أجوبة الفصل الثاني ٣٥

الفصل الثالث: الشغل والطاقة والآلات البسيطة ٣٦

الدرس ١٤ : الطاقة والشغل ٣٧

الدرس ١٥ : الشغل ٣٩

الدرس ١٦ : القدرة ٤١

الدرس ١٧ : الآلات ٤٣

الدرس ١٨ : كفاءة الآلة ٤٥

الدرس ١٩ : الآلات المركبة ٤٧

أجوبة الفصل الثالث ٤٩

الفصل الرابع: الطاقة وحفظها ٥٠

الدرس ٢٠ : الأشكال المتعددة للطاقة ٥١

الدرس ٢١ : الطاقة المختزنة ٥٣

الدرس ٢٢ : طاقة الوضع المرونية ٥٥
الدرس ٢٣ : حفظ الطاقة ٥٧
الدرس ٢٤ : تحليل التصادمات ٥٩
أجوبة الفصل الرابع ٦١

الفصل الخامس: الطاقة الحرارية ٦٢
الدرس ٢٥ : درجة الحرارة والطاقة الحرارية ٦٣
الدرس ٢٦ : قياس درجة الحرارة ٦٦
الدرس ٢٧ : تدفق الطاقة الحرارية ٦٨
الدرس ٢٨ : الطاقة الحرارية ٧٠
الدرس ٢٩ : الاتزان الحراري ٧٢
الدرس ٣٠ : تغيرات حالة المادة ٧٤
الدرس ٣١ : الحرارة الكامنة للتبخر ٧٧
الدرس ٣٢ : قوانين الديناميكا الحرارية ٧٩
الدرس ٣٣ : المحرك الحراري ٨١
الدرس ٣٤ : القانون الثاني للديناميكا الحرارية ٨٣
أجوبة الفصل الخامس ٨٤

الفصل السادس: حالات المادة ٨٥
الدرس ٣٥ : الضغط والموائع ٨٦
الدرس ٣٦ : قوانين الغازات ٨٩
الدرس ٣٧ : القانون العام للغازات ٩١
الدرس ٣٨ : قانون الغاز المثالي ٩٣
الدرس ٣٩ : التمدد الحراري ٩٥
الدرس ٤٠ : القوى داخل السوائل ٩٧
الدرس ٤١ : الموائع الساكنة ١٠٠
الدرس ٤٢ : السباحة تحت الضغط ١٠٢
الدرس ٤٣ : الأجسام المغمورة والأجسام الطافية ١٠٤
الدرس ٤٤ : الموائع المتحركة ١٠٦
الدرس ٤٥ : المواد الصلبة ١٠٨
الدرس ٤٦ : التمدد الحراري للمواد الصلبة ١١٠
أجوبة الفصل السادس ١١٢

الفصل الأول

الحركة الدورانية

الدرس ١ : وصف الحركة الدورانية ٧

الدرس ٢ : السرعة الزاوية المتجهة ٩

الدرس ٣ : التسارع الزاوي ١١

الدرس ٤ : ديناميكا الحركة الدورانية ١٣

الدرس ٥ : العزوم ١٥

الدرس ٦ : الاتزان ١٧

الدرس ٧ : الاتزان الميكانيكي ١٩

الدرس ٨ : القوة الطاردة المركزية وقوة كوريوليس ٢١

أجوبة الفصل الأول ٢٣

الدرس ١ : وصف الحركة الدورانية

أساسيات الحركة الدورانية

من أمثلتها	حركة قرص الحاسوب المدمج CD ، حركة الإطارات ، حركة بعض الألعاب في مدينة الألعاب : مثل العربة الدوارة .

وحدات قياس زوايا الدوران	الوحدة	رمزها	مقدارها	الدورة الكاملة
	الدرجة	°	تعادل $\frac{1}{360}$ من الدورة الكاملة	360°
	الراديان	rad	تعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة	2π rad

إشارة الدوران		
+	الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة	− الدوران مع اتجاه عقارب الساعة

(١) ضع ✓ أو × : حركة قرص الحاسوب المدمج CD حركة دورانية.

(٢) اختر: حركة العربة الدوارة في مدينة الألعاب حركة ..

Ⓐ خطية. Ⓑ دورانية. Ⓒ اهتزازية.

(٣) اختر: زاوية الدوران التي تعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة هي ..

Ⓐ grad . Ⓑ الدرجة. Ⓒ الراديان.

(٤) املأ الفراغ: جسم دار دورة كاملة ؛ إن زاوية دورانه بوحدة الراديان تعادل ـــــ .

(٥) ضع ✓ أو × : دوران الجسم عكس اتجاه حركة عقارب الساعة يُعد سالبًا.

الإزاحة الزاويّة : زاوية الدوران :

تعريفها	{ التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم }			
زمن الدورة الكاملة	الأرض حول محورها	عقرب الثواني	عقرب الدقائق	عقرب الساعات
	24 h	60 s	60 min	12 h
الإزاحة الزاويّة لجزء من دورة	الإزاحة الزاويّة لجزء من دورة = $\frac{\text{زمن الجزء من الدورة}}{\text{زمن الدورة الكاملة}}$ × الإزاحة الزاويّة للدورة الكاملة			
دوران الأرض	+ عندما يُرى من القطب الشمالي		− عندما يُرى من القطب الجنوبي	

العلاقة بين الإزاحتين الزاوية والخطية	$d = r\theta$	d الإزاحة الخطية [m] r نصف قطر الجسم الدوار [m] θ الإزاحة الزاويّة [rad]

(٦) اكتب المصطلح العلمي: التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم.

(٧) اختر: زاوية دوران الأرض خلال 12 h مقدرة بوحدة rad تساوي ..

Ⓐ π . Ⓑ 2π . Ⓒ 4π .

(٨) اختر: يقطع عقرب الثواني إزاحة زاويّة قدرها π rad خلال زمن ..

Ⓐ 15 s . Ⓑ 30 s . Ⓒ 60 s .

(٩) ضع ✓ أو × : دوران الأرض يُعد موجبًا عندما يُرى من القطب الشمالي.

أمثلة

7 ص13: هل لكل أجزاء عقرب الدقائق الإزاحة الزاويّة نفسها؟ وهل لها إزاحة خطية مماثلة؟

الحل: نعم؛ لها نفس الإزاحة الزاويّة، وليس لها نفس الإزاحة الخطية؛ لأنها تزداد بزيادة نصف القطر.

6 ص13: إذا كان قطر الكرة المستخدمة في فأرة حاسوب 2 cm وحركت الفأرة 12 cm فما الإزاحة الزاويّة للكرة؟

الحل: نحسب نصف قطر الكرة ثم نحسب إزاحته الزاويّة ..

$$r = \frac{\text{القطر}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ cm}$$

$$d = r\theta \rightarrow \theta = \frac{d}{r} = \frac{12}{1} = 12 \text{ rad}$$

53 ص33: أديرت عجلة قيادة سيارة بزاوية قدرها 128° ؛ فإذا كان نصف قطرها 22 cm فما المسافة التي تتحركها نقطة على الطرف الخارجي لعجلة القيادة؟

الحل: نحول زاوية الدوران من ° إلى rad ثم نحسب المسافة ..

$$\theta = \frac{128\pi}{180} = 2.23 \text{ rad}$$

$$d = r\theta = 22 \times 2.23 = 49 \text{ cm}$$

1 ص12: ما الإزاحة الزاويّة لعقرب الساعات خلال 1 h ؟

الجواب النهائي: $\frac{\pi}{6}$ rad .

الدرس ٢ : السرعة الزاوية المتجهة

السرعة الزاويّة المتجهة

تعريفها	{ الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث هذه الإزاحة }	
إشارتها	(+) الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة	(−) الدوران مع اتجاه عقارب الساعة
العلاقة الرياضية	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	ω السرعة الزاوية المتجهة [rad/s] $\Delta\theta$ الإزاحة الزاوية [rad] Δt زمن حدوث الدوران [s]
فائدة	عند دوران الجسم بمعدل ثابت فإن سرعته الزاوية المتجهة تبقى ثابتة	
السرعة الزاوية المتجهة اللحظية	تساوي ـ عدديًا ـ ميل منحنى العلاقة بين الموقع الزاوي والزمن	

(١) اكتب المصطلح العلمي: الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوثها.

(٢) ضع ✓ أو × : السرعة الزاوية المتجهة لحركة عقرب الدقائق سالبة.

(٣) اختر: ميل منحنى العلاقة بين الموقع الزاوي والزمن يساوي عدديًا ..

Ⓐ الإزاحة الزاوية. Ⓑ التسارع الزاوي اللحظي. Ⓒ السرعة الزاوية المتجهة اللحظية.

علاقة السرعة الزاويّة المتجهة بالسرعة الخطية المتجهة

العلاقة الرياضية	$v = r\omega$	v السرعة الخطية المتجهة [m/s] r نصف قطر الجسم الدوار [m] ω السرعة الزاوية المتجهة [rad/s]
تعليل	جميع نقاط الأرض تدور بنفس الزاوية رغم أنها تقطع مسافات مختلفة في كل دورة « علل » لأن الأرض جسم صلب وكل أجزاء الجسم الصلب تدور بنفس المعدل	
فائدة	الشمس ليست جسمًا صلبًا لذا تدور أجزاؤها المختلفة بمعدلات مختلفة	

(٤) ضع ✓ أو × : كل أجزاء الأرض تدور بنفس المعدل.

(٥) اختر: الأجزاء المختلفة من الشمس تدور بمعدلات ..

Ⓐ مختلفة. Ⓑ متساوية. Ⓒ أحيانًا مختلفة وأحيانًا متساوية.

أمثلة

5 ص13: يدور القمر حول محوره دورة كاملة خلال 27.3 يومًا؛ فإذا كان نصف قطر القمر $1.74\times10^{6}\ m$ فاحسب تردد دوران القمر بوحدة rad/s .

الحل: نحول زمن دوران القمر من يوم إلى ثانية ثم نحسب تردد دوران القمر ..

$$\Delta t = (27.3\ d)(24\ h/d)(3600\ s/h) = 2358720\ s$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{2358720} = 2.66\times10^{-6}\ rad/s$$

51 ص33: نصف قطر الحافة الخارجية لإطار 45 cm وسرعته 23 m/s ؛ احسب السرعة الزاوية للإطار بوحدة rad/s .

الحل:

$$cm \xrightarrow{\times10^{-2}} m$$

$$v = r\omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{23}{45\times10^{-2}} = 51.1\ rad/s$$

تدريب: ما مقدار السرعة الزاوية لعقرب الساعات؟

الجواب النهائي: $\frac{\pi}{6}\ rad$.

تدريب للمتفوقين: يدور القمر حول محوره دورة كاملة خلال 27.3 يومًا؛ فإذا كان نصف قطر القمر $1.74\times10^{6}\ m$ فما مقدار السرعة الخطية لصخرة على خط استواء القمر تتحرك نتيجة دوران القمر؟

الجواب النهائي: 4.6 m/s .

الدرس ٣ : التسارع الزاوي

التسارع الزاوي

تعريفه	{ التغير في السرعة الزاوية مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغير }	
العلاقة الرياضية	$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	α التسارع الزاوي [rad/s²] $\Delta\omega$ السرعة الزاوية المتجهة [rad/s] Δt زمن حدوث الدوران [s]
إشارته	+ إذا كان التغير في السرعة الزاوية المتجهة موجبًا − إذا كان التغير في السرعة الزاوية المتجهة سالبًا	
تعليل	التسارع الزاوي يساوي صفر لجسم يدور بمعدل ثابت ؛ علل ؛ لأن سرعته الزاوية المتجهة ثابتة	
فائدة	يمكن إيجاد التسارع الزاوي اللحظي بإيجاد ميل العلاقة البيانية بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن	
التسارع الخطي والتسارع الزاوي	$a = r\alpha$	a التسارع الخطي [m/s²] r نصف قطر الجسم الدوار [m] α التسارع الزاوي [rad/s²]

(١) اكتب المصطلح العلمي: التغير في السرعة الزاوية مقسومًا على الزمن التي حدث خلاله التغير.

(٢) اختر: إذا كان التغير في السرعة الزاوية سالبًا فإن التسارع الزاوي ..

Ⓐ موجب. Ⓑ سالب. Ⓒ ليس له إشارة.

(٣) اختر: ميل العلاقة البيانية بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن هو ..

Ⓐ التردد الزاوي. Ⓑ السرعة الزاوية. Ⓒ التسارع الزاوي اللحظي.

التردد الزاوي

تعريفه	{ عدد الدورات الكاملة التي يدورها الجسم في الثانية الواحدة }	
العلاقة الرياضية	$f = \frac{\omega}{2\pi}$	f التردد الزاوي [rev/s] ω السرعة الزاوية المتجهة [rad/s]
فائدة	rev/s تعني دورة/ث	

(٤) اكتب المصطلح العلمي: عدد الدورات الكاملة التي يدورها الجسم في الثانية الواحدة.

(٥) اختر: تدور عجلة هوائية بمعدل ثابت 25 rev/min ؛ إن سرعتها الزاويّة المتجهة ..

Ⓐ تبقى ثابتة. Ⓑ تزداد. Ⓒ تقل.

(٦) اختر: إذا دارت لعبة بمعدل ثابت 5 rev/min فإن تسارعها الزاوي ..

Ⓐ صفر. Ⓑ موجب. Ⓒ سالب.

أمثلة

8 ص13: يدور الملف الأسطواني في محرك غسالة الملابس بمعدل 635 rev/min ، وعند فتح غطاء الغسالة يتوقف المحرك عن الدوران؛ فإذا احتاج الملف 8 s حتى يتوقف بعد فتح الغطاء فما التسارع الزاوي للملف الأسطواني؟

الحل:

أولاً: نحسب السرعتين الزاويّتين الابتدائية والنهائية ..

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = 2 \times 3.14 \times \frac{635}{60} = 66.4 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = 0$$

؛ لأن الملف توقف عن الدوران ؛

min $\xrightarrow{\times 60}$ s

rev/min $\xrightarrow{\div 60}$ rev/s

ثانيًا: نحسب التسارع الزاوي للملف ..

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{0-66.4}{8} = -8.3 \text{ rad/s}^2$$

2 ص12: إذا كان التسارع الخطي لعربة نقل 1.85 m/s² والتسارع الزاوي لإطاراتها 5.23 rad/s² فما قطر الإطار الواحد للعربة؟

الحل: نحسب نصف قطر الإطار ثم نحسب قطره ..

$$a = r\alpha \Rightarrow r = \frac{a}{\alpha} = \frac{1.85}{5.23} = 0.35 \text{ m}$$

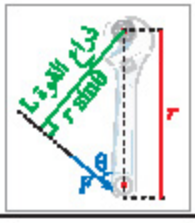
$$\text{قطر الإطار} = 2r = 2 \times 0.35 = 0.7 \text{ m}$$

تدريب: تدور مروحة بمعدل 120 rad/s ، وتزايد معدل دورانها إلى 220 rad/s خلال 4 s ؛ ما مقدار التسارع الزاوي للمروحة؟

الجواب النهائي: 25 rad/s² .

الدرس ٤ : ديناميكا الحركة الدورانية

العزم

تعريفه	{ مقياس فاعلية القوة في إحداث الدوران }	
ذراع القوة	{ المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة }	
نصف قطر الدوران	{ المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة }	
العلاقة بين ذراع القوة ونصف قطر الدوران	$L = r \sin\theta$	L ذراع القوة [m] r نصف قطر الدوران [m] θ الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران [°] 
فائدة	ذراع القوة غير المتعامدة مع نصف قطر الدوران أصغر من نصف قطر الدوران	
العلاقة الرياضية	$\tau = FL$ $\tau = Fr \sin\theta$	τ العزم [N.m] F القوة [N] L ذراع القوة [m] r نصف قطر الدوران [m] θ الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران [°]
تطبيق	عند فتح باب حر الدوران حول المَفصَلات ..	

أكبر عزم	ينعدم العزم
القوة تؤثر في أبعد نقطة عن المَفصَلات	القوة تؤثر في المَفصَلات
القوة متعامدة مع الباب	القوة موازية للباب

فائدتان	• عند فتح باب يزيد أثر قوتك كلما ابتعدت نقطة تأثير قوتك عن محور الدوران. • لا يدور الباب عندما تؤثر على مَفصَلاته قوة عمودية.
العوامل المؤثرة في عزم الدوران	• مقدار القوة. • اتجاه القوة. • ذراع القوة. • **تنبيه:** بزيادة عزم الدوران تزداد السرعة الزاويّة المتجهة.

(١) اكتب المصطلح العلمي: مقياس فاعلية القوة في إحداث الدوران.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة.

(٤) اختر: ذراع القوة غير المتعامدة مع نصف قطر الدوران ..... نصف قطر الدوران.

Ⓐ يساوي Ⓑ أكبر من Ⓒ أصغر من

(٥) اختر: إذا أثرت قوة في أبعد نقطة عن مُفَصَّلات باب حر الدوران فإن عزمها يساوي ..

Ⓐ صفرًا. Ⓑ أكبر قيمة ممكنة. Ⓒ أصغر قيمة ممكنة.

(٦) اختر: ينعدم العزم المؤثر على باب حر الدوران حول مُفَصَّلات إذا كانت القوة ..

Ⓐ موازية للباب. Ⓑ متعامدة مع الباب. Ⓒ مائلة مع الباب.

(٧) اختر: لا يدور الباب إذا أثرت على مُفَصَّلاته قوة عمودية بسبب ..

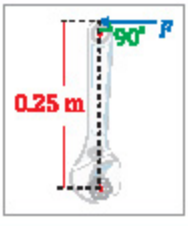
Ⓐ انعدام ذراع القوة. Ⓑ انعدام القوة. Ⓒ انعدام محور الدوران.

(٨) ضع ✓ أو × : عزم الدوران يعتمد على مقدار القوة المؤثرة.

(٩) اختر: إذا ازداد عزم الدوران فإن السرعة الزاوية المتجهة ..

Ⓐ تبقى ثابتة. Ⓑ تقل. Ⓒ تزداد.

أمثلة



61 ص34: ما مقدار العزم المؤثر في برغي الناتج عن قوة مقدارها 15 N تؤثر عموديًا على الاتجاه الرأسي في مفتاح شد طوله 0.25 m ؟

الحل:

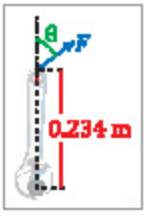
$$\tau = Fr\sin\theta = 15 \times 0.25 \sin 90 = \boxed{3.75\ \text{N.m}}$$

11 ص16: إذا تطلَّب تدوير جسم عزمًا مقداره 55 N.m في حين كانت أكبر قوة يمكن التأثير بها 135 N فما طول ذراع القوة الذي يجب استخدامه؟

الحل:

$$\tau = FL \Rightarrow L = \frac{\tau}{F} = \frac{55}{135} = \boxed{0.4\ \text{s}}$$

12 ص16: لديك مفتاح شد طوله 0.234 m وتريد أن تستخدمه في إنجاز مهمة تتطلب عزمًا مقداره 32.4 N.m عن طريق التأثير بقوة مقدارها 232 N ؛ ما مقدار أقل زاوية تصنعها القوة المؤثرة مع الاتجاه الرأسي وتسمح بتوفير العزم المطلوب؟



الحل:

$$\tau = Fr\sin\theta \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{\tau}{Fr}\right)$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}\left(\frac{32.4}{232 \times 0.234}\right) = \boxed{36.6°}$$

الدرس ٥ : العزوم

محصلة العزوم

مقدارها	مجموع عزوم القوى المؤثرة	
قاعدة	عند اتزان جسم تحت تأثير عزمين .. • لا يحدث دوران. • مجموع العزمين = صفراً. • العزم الأول يساوي العزم الثاني ويعاكسه في الاتجاه.	
العلاقة الرياضية	$\tau_1 = \tau_2$ ، $\tau_1 + \tau_2 = 0$	τ_1 العزم الأول [N.m] τ_2 العزم الثاني [N.m]
تنبيه	العزم اللازم لمنع الجسم من الدوران يساوي العزم الأصلي ويعاكسه في الاتجاه.	

(١) ضع ✓ أو × : محصلة العزوم تساوي مجموع عزوم القوى المؤثرة.

(٢) اختر: عند اتزان الجسم تحت تأثير قوتين فإن مجموع العزوم ..

Ⓐ يساوي صفراً. Ⓑ أكبر من صفر. Ⓒ أصغر من صفر.

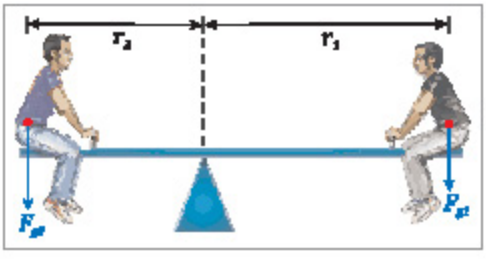
(٣) ضع ✓ أو × : عند اتزان جسم تحت تأثير عزمين فإن العزم الأول يساوي العزم الثاني ويعاكسه في الاتجاه.

(٤) ضع ✓ أو × : العزم اللازم لمنع جسم من الدوران يساوي العزم الأصلي وفي نفس اتجاهه.

أمثلة

14 ص18: يجلس عليٌّ على بعد 1.8 m من مركز لعبة الميزان؛ على أي بعد من مركز اللعبة يجب أن يجلس عبدالله حتى يتزن؟ علماً أن كتلة عليّ 43 kg وكتلة عبدالله 52 kg .

الحل: نحسب القوتين ..



$$F_{g1} = m_1 g = 43 \times 9.8 = 421.4\ \text{N}$$
$$F_{g2} = m_2 g = 52 \times 9.8 = 509.6\ \text{N}$$

عندما لا يحدث دوران فإن مجموع العزوم يساوي صفراً ..

$$F_{g1} r_1 = F_{g2} r_2$$
$$421.4 \times 1.8 = 509.6 \times r_2$$
$$r_2 = \frac{421.4 \times 1.8}{509.6} = 1.49\ \text{m}$$

15 ص18: إذا كان نصف قطر إطار دراجة هوائية 7.7 cm وأثرت السلسلة « الجنزير » بقوة مقدارها 35 N في الإطار في اتجاه حركة عقارب الساعة فما مقدار العزم اللازم لمنع الإطار من الدوران؟

الحل:

$\text{cm} \xrightarrow{\times 10^{-2}} \text{m}$

$$\tau = FL = 35 \times 7.7 \times 10^{-2} = 2.695 \text{ N.m}$$

وبما أن العزم اللازم لمنع السلسلة من الدوران يساوي عزم السلسلة ويعاكسه في الاتجاه فإن ..

$\tau = 2.695 \text{ N.m}$ عكس اتجاه عقارب الساعة

2 ص17: يلعب سعيد ولؤي على أرجوحة أفقية طولها 1.75 m بحيث يحافظان على وضع الاتزان للعبة؛ فإذا كانت كتلة سعيد 56 kg وكتلة لؤي 43 kg فما بعد نقطة الارتكاز عن كل منهما؟ أهمل وزن لوح الأرجوحة.

الجواب النهائي: 0.99 m ، 0.76 m .

الدرس ٦ : الاتزان

مركز الكتلة

تعريفه	{ نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي تتحرك بها النقطة المادية }
توضيح	النقطة المادية عبارة عن جسيم نقطي ليس له أبعاد
خطوات تحديد موقع مركز الكتلة لجسم	**الخطوة الأولى:** تُعلق الجسم من أي نقطة وندعه يتأرجح إلى أن يتوقف ثم نرسم خطًا رأسيًا من نقطة التعليق **الخطوة الثانية:** تُعلق الجسم من نقطة أخرى وندعه يتأرجح إلى أن يتوقف ثم نرسم خطًا رأسيًا من نقطة التعليق الجديدة **الخطوة الثالثة:** نقطة تقاطع الخطين الرأسيين تمثل مركز الكتلة للجسم
فائدة	مركز الكتلة لجسم صلب ثابت الكثافة يقع في منتصف الجسم
تنبيه	كل الأجسام التي تتحرك حركة دورانية تدور حول محور يمر بمركز كتلتها
موقع مركز الكتلة لجسم الإنسان	• شخص يقف وذراعاه متدليتان جانبه: مركز الكتلة على بعد ستتمترات أسفل السرة في منتصف المسافة بين سطحي الجسم الأمامي والخلفي. • طفل: مركز الكتلة للطفل أعلى من الشخص العادي بعدة سنتمترات ؛ علل ؛ لأن رأس الطفل يكون كبيراً نسبياً بالنسبة لجسمه. • تعليل: موقع مركز كتلة جسم الإنسان غير ثابت ؛ علل ؛ لأن جسم الإنسان مرن
تعليل	لاعب الجمباز يبدو وكأنه يحلق في الهواء ؛ علل ؛ لأن رأسه يبقى على نفس الارتفاع لفترة طويلة فتكون الحركة الرأسية لرأسه أقل من الحركة الرأسية لمركز كتلته فيظهر وكأنه يحلق في الهواء

(١) اكتب المصطلح العلمي: نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي تتحرك بها النقطة المادية.

(٢) ضع ✓ أو × : كل الأجسام التي تتحرك حركة دورانية تدور حول محور يمر بمركز كتلتها.

(٣) أكمل الفراغ: مركز الكتلة لجسم صلب ثابت الكثافة يقع في ..... .

(٤) اختر: موقع مركز كتلة الطفل ..... موقع مركز كتلة الشخص العادي.

Ⓐ أقل من Ⓑ أعلى من Ⓒ نفس

(٥) ضع ✓ أو × : موقع مركز كتلة جسم الإنسان ثابت.

مركز الكتلة والاستقرار

متى يكون الجسم مستقرًا؟	عندما يكون مركز الكتلة فوق قاعدة الجسم تنبيه: إذا كانت قاعدة الجسم المستقر ضيقة ومركز كتلته عاليًا فإن أي قوة صغيرة تجعله ينقلب أو يدور.
متى يكون الجسم غير مستقر؟	عندما يكون مركز الكتلة خارج قاعدة الجسم لذلك يدور الجسم أو ينقلب دون عزم إضافي
تعليل	ينقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بسهولة بعكس الصندوق المنخفض العريض • علل ، لأن مركز الكتلة للأول مرتفع فنحتاج إلى ميل أقل لجعله يتحرك خارج القاعدة فينقلب بسهولة

(٦) ضع ✓ أو × : إذا كان مركز كتلة جسم فوق قاعدته فإن الجسم يكون غير مستقر.

(٧) ضع ✓ أو × : إذا كان مركز كتلة جسم خارج قاعدته فإن الجسم يكون مستقرًا.

(٨) ضع ✓ أو × : ينقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بسهولة بعكس الصندوق المنخفض العريض.

الدرس ٢ : الاتزان الميكانيكي

أساسيات عن الاتزان الميكانيكي

شرطا الاتزان الميكانيكي	(١) الاتزان الانتقالي.	(٢) الاتزان الدوراني.
الاتزان الانتقالي	• سرعة الجسم المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً. • محصلة القوى المؤثرة في الجسم = صفراً. • مجموع القوى نحو الأعلى = مجموع القوى نحو الأسفل.	
الاتزان الدوراني	• سرعة الجسم الزاويّة المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً. • محصلة العزوم المؤثرة في الجسم = صفراً. • مجموع العزوم في اتجاه عقارب الساعة = مجموع العزوم في عكس اتجاه عقارب الساعة.	
إشارة القوة	+↑ القوة للأعلى	−↓ القوة للأسفل
إشارة العزم	(+) الجسم يدور عكس اتجاه حركة عقارب الساعة	
	(−) الجسم يدور مع اتجاه حركة عقارب الساعة	

(١) املأ الفراغ: شرطا الاتزان الميكانيكي لجسم هما الاتزان ..... والاتزان ..... .

(٢) اختر: إذا كانت سرعة الجسم المتجهة ثابتة فإن اتزان الجسم يكون ..

Ⓐ انتقاليًا. Ⓑ دورانيًا. Ⓒ انتقاليًا ودورانيًا.

(٣) اختر: إذا كانت سرعة الجسم الزاويّة المتجهة ثابتة فإن اتزان الجسم يكون ..

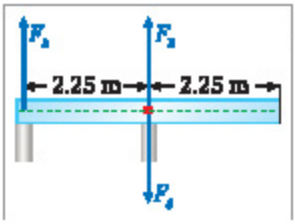
Ⓐ انتقاليًا. Ⓑ دورانيًا. Ⓒ انتقاليًا ودورانيًا.

(٤) املأ الفراغ: في الاتزان ..... تكون محصلة القوى المؤثرة في الجسم مساوية للصفر.

(٥) املأ الفراغ: في الاتزان الدوراني تكون محصلة ..... المؤثرة في الجسم مساوية للصفر.

أمثلة

23 ص24: لوح خشبي كتلته 24 kg وطوله 4.5 m يتزن على حاملين أحدهما تحت مركز اللّوح مباشرة والثاني عند الطرف، ما مقدار القوتين اللتين يؤثر بهما كل من الحاملين الرأسيين في اللوح؟



الحل: الجسم في حالة اتزان ميكانيكي مما يعني أنه في حالة اتزان انتقالي واتزان دوراني ..

أولاً: الاتزان الانتقالي ..

$$F_{\text{المحصلة}} = F_A + F_B - F_g$$

$$F_{\text{المحصلة}} = 0$$ « لأن الجسم في حالة اتزان انتقالي »

$$F_g = \text{وزن الجسم} = mg = 24 \times 9.8 = 235.2\ \text{N}$$

$$\therefore\ 0 = F_A + F_B - 235.2$$

$$235.2 = F_A + F_B$$ « أضفنا 235.2 للطرفين »

ثانيًا: الاتزان الدوراني ..

نختار محور الدوران عند مركز اللوح وعندها فإن العزم الناتج عن القوتين F_B ، F_g = صفراً ..

$$\tau_{\text{المحصلة}} = \tau_A$$

$$\tau_{\text{المحصلة}} = 0$$ « لأن الجسم في حالة اتزان دوراني »

$$\therefore\ -F_A r_A = 0 \ \Rightarrow\ F_A = \mathbf{0}$$

نحسب مقدار F_B ..

$$235.2 = F_A + F_B = 0 + F_B$$

$$\therefore\ F_B = \mathbf{235.2\ N}$$

62ص34: تبين مواصفات سيارة أن وزنها موزع بنسبة 53% على الإطارات الأمامية و 47% على الإطارات الخلفية؛ فإذا كان طول لوح قاعدة سيارة 2.46 m فأين يكون مركز كتلة السيارة؟

الحل: السيارة في حالة اتزان دوراني لذا يكون $\tau_{\text{المحصلة}} = 0$ ..

نختار محور الدوران عند مركز كتلة السيارة وعندها فإن العزم الناتج عن القوة F_g = صفراً ..

$$\tau_{\text{المحصلة}} = \tau_A - \tau_B$$

$$\therefore\ 0 = 47\,\%\,Fg\,(2.46 - r) - 53\,\%\,Fg\,r$$

$$0 = 47 \times 2.46 - 47r - 53r$$ « فككنا القوس »

$$115.62 - 100r = 0$$

$$115.62 = 100r$$ « أضفنا $100r$ للطرفين »

$$r = \mathbf{1.1562\ m}$$ « قسمنا الطرفين على 100 »

الدرس ٨ : القوة الطاردة المركزية وقوة كوريوليس

الأطر المرجعية

أنواعها	• الأطر المرجعية القصورية « أطر غير متسارعة ». • الأطر المرجعية الدوّارة « أطر متسارعة ».
تنبيه	قوانين نيوتن تطبّق على الأطر المرجعية القصورية ولا تطبّق على الأطر المرجعية المتسارعة
دوران الأرض	لدوران الأرض تأثير كبير في الغلاف الجوي وفي الطقس والمناخ

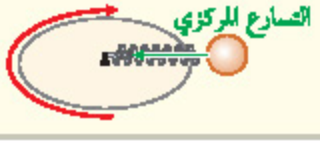
(١) اختر: الأطر المرجعية المتسارعة هي الأطر المرجعية ..

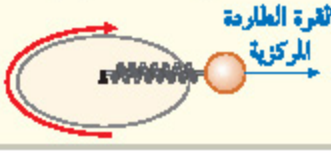
Ⓐ السكونية. Ⓑ القصورية. Ⓒ الدوّارة.

القوة الطاردة المركزية

تعريفها	{ قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تدفع الجسم إلى الخارج }
مثال توضيحي	منصة تتحرك حركة دورانية مثبت في مركزها نابض مثبت بطرفه الآخر جسم ..

ما يشاهده المراقب الواقف على المنصة	ما يشاهده المراقب الواقف على الأرض
الجسم يندفع للخارج بعيداً عن مركز المنصة « القوة الطاردة المركزية »	الجسم يتحرك في مسار دائري ويتسارع نحو المركز بسبب قوة النابض « تسارع مركزي »





التسارع المركزي	{ تسارع ناشئ عن الحركة الدائرية واتجاهه نحو المركز }

المعادلات الرياضية:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$a_c = \omega^2 r$$

- a_c التسارع المركزي $[m/s^2]$
- v السرعة الخطية $[m/s]$
- r نصف القطر $[m]$
- ω السرعة الزاوية المتجهة $[rad/s]$

فائدة: يعتمد التسارع المركزي على ..

- المسافة من مركز الدوران.
- مربع السرعة الزاوية المتجهة.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تدفع الجسم للخارج.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: تسارع ناشئ عن الحركة الدائرية واتجاهه نحو المركز.

(٤) اختر: التسارع المركزي يعتمد على ..

Ⓐ مربع السرعة الزاويّة المتجهة. Ⓑ مربع المسافة. Ⓒ مربع نصف قطر الدوران.

قوة كوريوليس

المقصود بها	قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تحرف الكرة عن مسارها
سبب الإحساس بتأثيرها	ملاحظة الانحراف في الحركة الأفقية عندما نكون في إطار مرجعي دوّار
قوة كوريوليس الناشئة من دوران الأرض	• في نصف الكرة الشمالي: الجسم المتحرك شمالاً ينحرف نحو الشرق. • في نصف الكرة الجنوبي: الجسم المتحرك جنوباً ينحرف نحو الغرب.

(٥) اختر: قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تحرف الكرة عن مسارها ..

Ⓐ قوة كوريوليس. Ⓑ القوة الطاردة المركزية. Ⓒ القوة الوهمية.

(٦) اختر: بتأثير قوة كوريوليس؛ الجسم المتحرك شمالاً ينحرف نحو ..

Ⓐ الشمال. Ⓑ الغرب. Ⓒ الجنوب. Ⓓ الشرق.

أمثلة

59 ص34: استخدم جهاز الطرد المركزي فائق السرعة لفصل مكونات الدم بحيث يولد تسارعًا مركزيًا $0.35\times10^{6}g\ m/s^2$ على بعد 2.5 cm من المحور؛ ما السرعة الزاوية المتجهة اللازمة بوحدة rev/min ؟

الحل:

$$a_c = \omega^2 r \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \frac{a_c}{r}$$

« أخذنا الجذر التربيعي للطرفين »

$$\omega = \sqrt{\frac{a_c}{r}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{0.35\times10^{6}\times9.8}{2.5\times10^{-2}}} = 11713.24\ rad/s$$

$$\omega = \frac{11713.24}{2\pi} = 1865.16\ rev/s$$

$$\omega = 111909.6\ rev/min$$

cm $\xrightarrow{\times10^{-2}}$ m

rad $\xrightarrow{\div 2\pi}$ rev

rev/s $\xrightarrow{\times 60}$ rev/min

s $\xrightarrow{\div 60}$ min

أجوبة الفصل الأول

الأجوبة

الدرس١	(١) ✓	(٢) Ⓑ	(٣) Ⓒ	(٤) 2π	(٥) ×	(٦) الإزاحة الزاوية.	(٧) Ⓐ (٨) Ⓑ	(٩) ✓
الدرس٢	(١) السرعة الزاوية المتجهة.		(٢) ✓	(٣) Ⓒ	(٤) ✓		(٥) Ⓐ	
الدرس٣	(١) التسارع الزاوي.		(٢) Ⓑ	(٣) Ⓒ	(٤) التردد الزاوي.		(٥) Ⓐ (٦) Ⓐ	
الدرس٤	(١) العزم. (٢) ذراع القوة. (٣) نصف قطر الدوران.			(٤) Ⓒ (٥) Ⓑ (٦) Ⓐ			(٧) Ⓐ (٨) ✓ (٩) Ⓒ	
الدرس٥	(١) ✓	(٢) Ⓐ	(٣) ✓	(٤) ×				
الدرس٦	(١) مركز الكتلة.		(٢) ✓	(٣) منتصف الجسم	(٤) Ⓑ	(٥) ×	(٦) × (٧) ×	(٨) ✓
الدرس٧	(١) الانتقالي ، الدوراني		(٢) Ⓐ	(٣) Ⓑ	(٤) الانتقالي		(٥) العزوم	
الدرس٨	(١) Ⓒ (٢) القوة الطاردة المركزية.			(٣) التسارع المركزي. (٤) Ⓐ			(٥) Ⓐ (٦) Ⓓ	

الفصل الثاني

الزخم وحفظه

الدرس ٩ : الدفع والزخم ٢٥

الدرس ١٠ : نظرية الدفع ـ الزخم ٢٧

الدرس ١١ : حفظ الزخم ٢٩

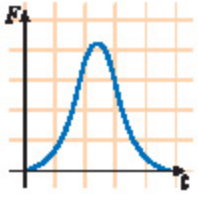
الدرس ١٢ : الارتداد ٣١

الدرس ١٣ : التصادم في بعدين ٣٣

أجوبة الفصل الثاني ٣٥

الدرس ٩ : الدفع والزخم

الدفع

تعريفه	{ حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة على جسم في زمن تأثيرها }	
العوامل المؤثرة فيه	• القوة المؤثرة. • زمن تأثير القوة.	
العلاقة الرياضية	الدفع = $F\Delta t$	$F\Delta t$ الدفع [N.s] F متوسط القوة [N] Δt زمن تأثير القوة [s]
تعليل	يمكن أن يكتسب جسماً ما دفعاً كبيراً من قوة صغيرة ؛ علل ، إذا أثرت القوة على الجسم لفترة زمنية طويلة	
حساب الدفع بيانيًا	دفع القوة المتغيرة يساوي ـ عدديًا ـ المساحة تحت منحنى العلاقة بين القوة والزمن	
فالدفع	• القوة المسببة للدفع كمية متجهة لذا فالدفع كمية متجهة. • اتجاه الدفع يكون في نفس اتجاه القوة المسببة له.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة على جسم في زمن تأثيرها.

(٢) املأ الفراغ: يعتمد الدفع على عاملين هما ..... و ..... .

(٣) اختر: دفع القوة المتغيرة يساوي ـ عدديًا ـ المساحة تحت منحنى العلاقة بين ..

Ⓐ القوة والزمن. Ⓑ القوة والإزاحة. Ⓒ القوة والسرعة.

(٤) اختر: اتجاه الدفع ..

Ⓐ في نفس اتجاه القوة. Ⓑ عكس اتجاه القوة. Ⓒ عمودي على اتجاه القوة.

الزخم ، الزخم الخطي

تعريفه	{ حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة }	
العوامل المؤثرة فيه	• كتلة الجسم. • سرعة الجسم.	
العلاقة الرياضية	$p = mv$	p الزخم [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]

فوائد	• سرعة الجسم كمية متجهة مما يعني أن زخمه كمية متجهة. • اتجاه زخم الجسم يكون في نفس اتجاه سرعته المتجهة. • زخم الجسم الساكن يساوي صفرًا.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.

(٦) املأ الفراغ: يعتمد الزخم على ..... و ..... .

(٧) املأ الفراغ: الزخم كمية ..... .

(٨) اختر: اتجاه زخم جسم ..... سرعته المتجهة.

Ⓐ عمودي على Ⓑ في نفس اتجاه Ⓒ بعكس اتجاه

أمثلة

31 ص60: هل يمكن أن يتساوى زخم رصاصة مع زخم شاحنة؟ فسر ذلك.

الحل: نعم يمكن ذلك؛ إذا كانت ..

نسبة كتلة الرصاصة إلى كتلة الشاحنة = نسبة سرعة الشاحنة إلى سرعة الرصاصة

41 ص60: هل يمكن أن يكتسب جسم ما دفعًا من قوة صغيرة أكبر من الدفع الذي يكتسبه من قوة كبيرة؟ فسر ذلك.

الحل: نعم يمكن ذلك؛ إذا كان زمن تأثير القوة الصغيرة أكبر بكثير من زمن تأثير القوة الكبيرة بحيث يكون حاصل الضرب $F\Delta t$ للقوة الصغيرة أكبر من حاصل الضرب $F\Delta t$ للقوة الكبيرة.

58 ص62: إذا كانت كتلة أخيك 35.6 kg وكان لديه لوح تزلج كتلته 1.3 kg فما الزخم المشترك لأخيك مع لوح التزلج إذا تحركا معًا بسرعة 9.5 m/s ؟

الحل:

$$p = (m_1 + m_2)v = (35.6 + 1.3)9.5 = 350.55 \text{ kg.m/s}$$

57 ص62: ضَرَبَ لاعب قرص هوكي مؤثرًا فيه بقوة ثابتة مقدارها 30 N مدة 0.16 s ؛ ما مقدار الدفع المؤثر في القرص؟

الحل:

$$\text{الدفع} = F\Delta t = 30 \times 0.16 = 4.8 \text{ N.s}$$

الدرس ١٠ : نظرية الدفع ـ الزخم

نظرية الدفع ـ الزخم

نصها	{ الدفع على جسم يساوي زخمه النهائي مطروحًا منه زخمه الابتدائي }
العلاقات الرياضية	$F\Delta t = p_f - p_i$ | $F\Delta t = mv_f - mv_i$ $F\Delta t$ الدفع [N.s] v_f سرعة الجسم النهائية [m/s] p_f الزخم النهائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_i سرعة الجسم الابتدائية [m/s] p_i الزخم الابتدائي [kg.m/s]
فائدة	وحدة الدفع N.s تكافئ وحدة الزخم kg.m/s
تحليل	تزود السيارات بماص صدمات يمكنه الانضغاط في أثناء الاصطدام « علل » لتقليل القوة المؤثرة بزيادة زمن تأثيرها
أنظمة الأمان في السيارات	لا يتأثر الدفع المؤثر على السائق بوجود الوسادة الهوائية من عدمه لكنها تعمل على .. • تقليل القوة بزيادة زمن تأثيرها. • تزيد المساحة المؤثرة عليها القوة فتقلل من احتمالات الإصابة.

(١) اكتب المصطلح العلمي: الدفع على جسم يساوي زخمه النهائي مطروحًا منه زخمه الابتدائي.

(٢) اختر: تعمل الوسادة الهوائية في السيارات على تقليل ..

Ⓐ الدفع المؤثر. Ⓑ زمن تأثير القوة. Ⓒ القوة المؤثرة.

أمثلة

4 ص44: سرَّع سائق عربة ثلج كتلتها 240 kg وذلك بالتأثير بقوة أدت إلى زيادة سرعتها من 6 m/s إلى 28 m/s خلال فترة زمنية مقدارها 60 s ..

(a) ارسم مخططًا يمثل الوضعين الابتدائي والنهائي للعربة.

(b) ما التغير في زخم العربة؟ وما الدفع على العربة؟

(c) ما مقدار متوسط القوة التي أثرت في العربة؟

الحل: نختار نظام إحداثيات ولنحدد الاتجاه الموجب ..

(a) المخطط المجاور يمثل الوضعين الابتدائي والنهائي للعربة ..

(b) نحسب التغير في زخم العربة ثم نحسب الدفع ..

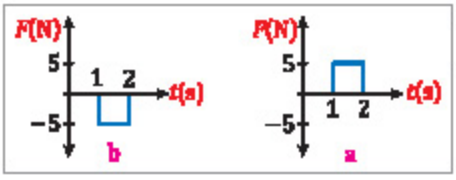
$$\Delta p = p_f - p_i = m(v_f - v_i) = 240(28 - 6) = \boxed{5280\ \text{kg.m/s}}$$

$$F\Delta t = p_f - p_i = \boxed{5280\ \text{N.s}}$$

(c) مقدار متوسط القوة التي أثرت في العربة ..

$$F\Delta t = p_f - p_i \Rightarrow F = \frac{p_f - p_i}{\Delta t} = \frac{5280}{60} = \boxed{88\ \text{N}}$$

3 ص44: تتدحرج كرة بولنج كتلتها 7 kg على ممر الانزلاق بسرعة 2 m/s ؛ احسب سرعة واتجاه حركة الكرة بعد تأثير كل دفع من الدافعين a ، b .



الحل: سرعة الكرة بعد تأثير الدفع a ..

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$5(2 - 1) = 7(v_f - 2)$$

$$5 = 7v_f - 14 \quad \text{« فككنا الأقواس »}$$

$$19 = 7v_f \quad \text{« أضفنا 14 للطرفين »}$$

$$v_f = \frac{19}{7} = \boxed{+2.71\ \text{m/s}} \quad \text{« قسمنا الطرفين على 7 »}$$

في نفس اتجاه سرعتها الابتدائية لأن السرعة النهائية موجبة

وبنفس الطريقة نحسب سرعة الكرة بعد تأثير الدفع b فنحصل على ..

$$v_f = \boxed{+2.71\ \text{m/s}}$$

في عكس اتجاه سرعتها الابتدائية لأن السرعة النهائية سالبة

الدرس ١١ : حفظ الزخم

قانون حفظ الزخم

نصه	{ زخم أي نظام مغلق ومعزول لا يتغير }
النظام المغلق	{ النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها }
النظام المعزول	{ النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه = صفراً }
شرطا حفظ زخم النظام	(١) عدم فقدان النظام أو اكتسابه أي كتلة « نظام مغلق ». (٢) أن تكون القوى المؤثرة فيه قوى داخلية فقط « نظام معزول ».
تصادم جسمين	جسمين يتصادمان .. $p_{C1} + p_{D1} = p_{C2} + p_{D2}$ $m_C v_{C1} + m_D v_{D1} = m_C v_{C2} + m_D v_{D2}$ وإذا التحم الجسمان بعد التصادم .. $m_C v_{C1} + m_D v_{D1} = (m_C + m_D) v_f$ C الجسم الأول D الجسم الثاني p_f الزخم النهائي [kg.m/s] p_i الزخم الابتدائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_i السرعة الابتدائية [m/s] v_f السرعة النهائية [m/s]
فائدة	عند حدوث تصادم بين الجسم C والجسم D .. • القوة المؤثرة من C على D تساوي وتعاكس القوة المؤثرة من D على C . • دفعا الجسمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه. • مجموع زخمي الجسمين قبل التصادم = مجموع زخميهما بعد التصادم. • الزخم المكتسب من الجسم D = الزخم المفقود من الجسم C . • إذا التحم الجسمان المتصادمان فإن كما السرعة المتجهة النهائية نفسها.

(١) اكتب المصطلح العلمي: زخم أي نظام مغلق ومعزول لا يتغير.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه = صفراً.

(٤) ضع ✓ أو × : دفعا الجسمين المتصادمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.

(٥) اختر: مجموع زخمي الجسمين المتصادمين قبل التصادم ..... مجموع زخميهما بعد التصادم.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أصغر من

(٦) اختر: عند تصادم جسمين الزخم المكتسب من الأول ..... الزخم المفقود من الثاني.

Ⓐ أصغر من Ⓑ أكبر من Ⓒ يساوي

أمثلة

12 ص48: اصطدمت سيارتا شحن كتلة كل منهما 3×10^5 kg فالتصقتا معًا؛ فإذا كانت سرعة إحداهما قبل التصادم مباشرة 2.2 m/s والأخرى ساكنة فما سرعتهما النهائية؟

الحل: نختار نظام إحداثيات ونحدد الاتجاه الموجب، ثم نرسم مخططًا لاتجهات الزخم، ثم نحسب السرعة النهائية ..

$$p_{ci} = p_{(c,D)f}$$

« زخم السيارة الثانية قبل التصادم = 0 لأنها ساكنة »

$$m_c v_{ci} = (m_c + m_D)v_f$$

$$3\times10^5 \times 2.2 = (3\times10^5 + 3\times10^5)v_f$$

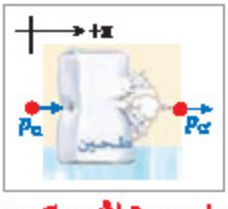
$$6.6\times10^5 = 6\times10^5 v_f$$

« قسمنا الطرفين على 6×10^5 »

$$v_f = \frac{6.6\times10^5}{6\times10^5} = +1.1 \text{ m/s}$$

السرعة النهائية في نفس اتجاه الشاحنة المتحركة قبل التصادم لأنها موجبة

15 ص48: تحركت رصاصة كتلتها 35 g بسرعة 475 m/s فاصطدمت بكيس من الطحين كتلته 2.5 kg موضوع على أرضية ملساء في حالة سكون؛ إذا اخترقت الرصاصة الكيس وخرجت منه بسرعة 275 m/s فما سرعة الكيس لحظة خروج الرصاصة منه؟



الحل: نختار نظام إحداثيات ونحدد الاتجاه الموجب، ثم نرسم مخططًا لاتجهات الزخم، ثم نحسب السرعة النهائية لكيس الطحين ..

$$m_c v_{ci} = m_c v_{cf} + m_D v_{Df}$$

« الزخم قبل التصادم = 0 لأنه ساكن »

$g \xrightarrow{\times10^{-3}} kg$

$$35\times10^{-3} \times 475 = 35\times10^{-3} \times 275 + 2.5 v_{Df}$$

$$16.6 = 9.6 + 2.5 v_{Df}$$

« طرحنا 9.6 من الطرفين »

$$7 = 2.5 v_{Df}$$

« قسمنا الطرفين على 2.5 »

$$v_f = \frac{7}{2.5} = +2.8 \text{ m/s}$$

الدرس ١٢ : الارتداد

الارتداد

من أمثلته	البندقية والرصاصة، القذيفة والمدفع، الصاروخ، الطائرة النفاثة	
فائدة	للنظام المكون من القذيفة والمدفع .. • عندما تُطْلَق القذيفة للأمام يرتد المدفع للخلف. • زخم النظام قبل إطلاق القذيفة = زخم النظام بعد إطلاق القذيفة = صفراً. • عند إطلاق القذيفة من المدفع زخم القذيفة يساوي ويعاكس زخم المدفع. • سرعة إطلاق القذيفة أكبر من سرعة ارتداد المدفع ؛ علل ؛ لأن كتلة القذيفة أقل.	
العلاقة الرياضية	$p_{cf} = -p_{df}$ $m_c v_{cf} = -m_D v_{df}$	C الجسم الأول D الجسم الثاني p_f الزخم النهائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_f السرعة النهائية [m/s]
الدفع في الفضاء	• يُشكِّل الصاروخ والمواد الكيميائية معًا نظامًا مغلقًا ومعزولاً. • تندفع الغازات من فوهة العادم للخلف بسرعة كبيرة لذا يندفع الصاروخ للأمام. • محرك الصواريخ الكيميائية يعمل لدقائق أما المحرك الأيوني فيعمل لفترات طويلة. • دفع المحرك الأيوني أكبر بكثير من دفع محرك الصاروخ الكيميائي.	

(١) ضع ✓ أو × : عند انطلاق الرصاصة للأمام ترتد البندقية للخلف.

(٢) ضع ✓ أو × : زخم النظام المُكوَّن من القذيفة والمدفع بعد إطلاق القذيفة = صفراً.

(٣) ضع ✓ أو × : عند إطلاق القذيفة من المدفع زخم القذيفة يساوي ويعاكس زخم المدفع.

(٤) ضع ✓ أو × : النظام المكون من الصاروخ والمواد الكيميائية يُعتبر نظامًا مفتوحًا.

(٥) اختر: المحرك الأيوني يعمل لمدة ..... مدة عمل محرك الصواريخ الكيميائية.

Ⓐ أطول من Ⓑ أقصر من Ⓒ تساوي

(٦) اختر: دفع المحرك الأيوني ..... دفع محرك الصاروخ الكيميائي.

Ⓐ أصغر من Ⓑ أكبر من Ⓒ يساوي

أمثلة

18 ص52: أُطلق نموذج لصاروخ كتلته 4 kg بحيث ينفث 0.05 kg من الوقود المحترق من العادم بسرعة مقدارها 625 m/s ؛ ما سرعة الصاروخ المتجهة بعد احتراق الوقود؟

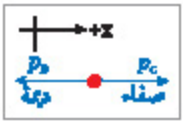
الحل: نختار نظام إحداثيات ونحدد الاتجاه الموجب، ثم نرسم مخططًا لمتجهات الزخم، ثم نحسب سرعة الصاروخ المتجهة ..

$$m_c v_{cf} = -m_n v_{nf}$$
$$4 v_{cf} = -0.05 \times -625 = 31.25$$
$$v_{cf} = \frac{31.25}{4} = +7.8 \text{ m/s}$$

؛ قسمنا الطرفين على 4 ؛

20 ص52: قامت صفاء وديمة بإرساء زورق؛ فإذا تحركت صفاء التي كتلتها 80 kg إلى الأمام بسرعة 4 m/s عند مغادرة الزورق فما مقدار سرعة كل من الزورق وديمة إذا كانت كتلتاهما معًا 115 kg ؟

الحل: نختار نظام إحداثيات ونحدد الاتجاه الموجب، ثم نرسم مخططًا لمتجهات الزخم، ثم نحسب سرعة الزورق وديمة المتجهة ..



$$m_c v_{cf} = -m_b v_{bf}$$
$$80 \times 4 = -115 \times v_{bf}$$
$$320 = -115 v_{bf}$$
$$v_{bf} = \frac{320}{-115} = -2.78 \text{ m/s}$$

؛ قسمنا الطرفين على 115− ؛

3 ص51: رائد فضاء في حالة سكون أطلق غازًا من مسدس دفع بنفث 35 g من الغاز الساخن بسرعة 875 m/s ؛ فإذا كانت كتلة رائد الفضاء والمسدس معًا 84 kg فما مقدار سرعة رائد الفضاء؟ وفي أي اتجاه يتحرك بعد أن يطلق الغاز من المسدس؟

الجواب النهائي: 0.36 m/s ، في اتجاه معاكس لاتجاه الغاز من المسدس.

الدرس ١٣ : التصادم في بعدين

التصادم في بعدين

فوائد	• زخم الجسم المتحرك بزاوية θ مع محور x يحلل إلى مُرَكَّبتين أفقية ورأسية. • زخم الجسم المتحرك أفقيًا باتجاه محور x له مُرَكَّبة أفقية فقط ومُرَكَّبته الرأسية باتجاه محور y = صفر. • زخم الجسم المتحرك رأسيًا باتجاه محور y له مُرَكَّبة رأسية فقط ومُرَكَّبته الأفقية باتجاه محور x = صفر.
حساب مركبتي الزخم	المركبة الأفقية p_x: $p_x = p\cos\theta$ ؛ المركبة الرأسية p_y: $p_y = p\sin\theta$
حفظ الزخم في بعدين	• مجموع مركبات الزخم الأفقية قبل التصادم = مجموع مركباته الأفقية بعد التصادم. • مجموع مركبات الزخم الرأسية قبل التصادم = مجموع مركباته الرأسية بعد التصادم.
تنبيهان	• جسمان يتحركان باتجاهين متعامدين والتحما بعد تصادمهما نحسب الزخم الكلي بعد التصادم باستخدام نظرية فيثاغورس $p_T^2 = p_{Tx}^2 + p_{Ty}^2$. • إذا التحم جسمان بعد تصادمهما فإنهما يتحركان بسرعة واحدة v_T .

(١) ضع ✓ أو × : مجموع مركبات الزخم الأفقية لجسمين قبل التصادم = مجموع مركبات الزخم الأفقية لهما بعد التصادم.

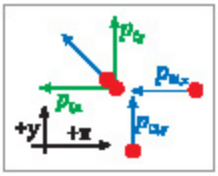
(٢) اختر: مجموع مركبات الزخم الرأسية لجسمين قبل التصادم ..... مجموع مركبات الزخم الرأسية لهما بعد التصادم.

Ⓐ أكبر من Ⓑ أصغر من Ⓒ تساوي

أمثلة

21 ص54: تحركت سيارة كتلتها 925 kg شمالاً بسرعة 20.1 m/s فاصطدمت بسيارة كتلتها 1865 kg متحركة غربًا بسرعة 13.4 m/s فالتحمتا معًا؛ ما مقدار سرعتهما واتجاههما بعد التصادم؟

الحل: نختار نظام الإحداثيات ثم نرسم مخططًا لاتجاهات الزخم ..



أولاً: مركبتا الزخم الأفقية والرأسية للسيارتين معًا بعد التصادم ..

$$p_{tx} = p_{Dx} = m_D v_{Dx}$$

$$p_{tx} = (1865)(-13.4) = -24991 \text{ kg.m/s}$$

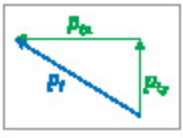
«نحو الغرب لأن الزخم سالب»

$$p_{ty} = p_{Cy} = m_C v_{Cy}$$

$$p_{ty} = 925 \times 20.1 = 18592.5 \text{ kg.m/s}$$

« نحو الشمال لأن الزخم موجب »

ثانيًا: الزخم الكلي بعد التصادم ..



$$p_t = \sqrt{p_{tx}^2 + p_{ty}^2}$$

$$p_t = \sqrt{(24991)^2 + (18592.5)^2}$$

$$p_t = 31148.5 \text{ kg.m/s}$$

ثالثًا: مقدار سرعتهما بعد التصادم ..

$$p_t = (m_C + m_D)v_t \quad \Rightarrow \quad v_t = \frac{p_t}{m_C + m_D} = \frac{31148.5}{925+1865} = 11.16 \text{ m/s}$$

رابعًا: اتجاههما بعد التصادم ..

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{p_{ty}}{p_{tx}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{18592.5}{-24991}\right) = -36.6°$$

4 ص53: تحركت سيارة كتلتها 1325 kg شمالاً بسرعة 27 m/s فاصطدمت بسيارة كتلتها 2165 kg تتحرك شرقًا بسرعة 11 m/s فسارت السيارتان وهما متصلتان معًا بعد التصادم؛ ما مقدار سرعتهما واتجاههما بعد التصادم؟

الجواب النهائي: 12.3 m/s ، 56.4° .

أجوبة الفصل الثاني

الأجوبة

الدرس٩	(١) الدفع.	(٤) Ⓐ	(٧) متجهة	
	(٢) القوة المؤثرة ، زمن تأثير القوة	(٥) الزخم.	(٨) Ⓑ	
	(٣) Ⓐ	(٦) كتلة الجسم، سرعة الجسم		
الدرس١٠	(١) نظرية الدفع ـ الزخم.		(٢) Ⓒ	
الدرس١١	(١) قانون حفظ الزخم.	(٣) النظام المعزول.	(٥) Ⓑ	
	(٢) النظام المغلق.	(٤) ✓	(٦) Ⓒ	
الدرس١٢	(١) ✓ (٢) ✓	(٣) ✓ (٤) ×	(٥) Ⓐ	(٦) Ⓑ
الدرس١٣	(١) ✓	(٢) Ⓒ		

الفصل الثالث

الشغل والطاقة والآلات البسيطة

الدرس ١٤ : الطاقة والشغل ٣٧

الدرس ١٥ : الشغل ٣٩

الدرس ١٦ : القدرة ٤١

الدرس ١٧ : الآلات ٤٣

الدرس ١٨ : كفاءة الآلة ٤٥

الدرس ١٩ : الآلات المركبة ٤٧

أجوبة الفصل الثالث ٤٩

الدرس ١٤ : الطاقة والشغل

الشغل والطاقة

تعريفات	الطاقة	{ قدرة الجسم على إحداث تغيير في ذاته أو فيما يحيط به }
	الطاقة الحركية	{ الطاقة الناتجة عن حركة الجسم }
	الشغل	{ انتقال الطاقة بطرائق ميكانيكية }
	نظرية الشغل ـ الطاقة	{ إذا بَذَلَ شغل على جسم ما فإن طاقته الحركية تتغير }
العلاقة الرياضية	$W = KE_f - KE_i$ $W = Fd$ $KE = \frac{1}{2}mv^2$	W الشغل [J] KE_f الطاقة الحركية النهائية [J] KE_i الطاقة الحركية الابتدائية [J] F متوسط القوة [N] d الإزاحة [m] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]
فائدتان	• وحدة قياس الشغل والطاقة جول ، Joule ، ورمزها J . • $1\,J = N.m = kg.m^2/s^2$.	
النظام	الجسم موضع الدراسة	
المحيط الخارجي	كل شيء حول الجسم ما عدا الجسم	
فائدتان	• إذا بَذَل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن الشغل موجب وتزيد طاقة النظام. • إذا بَذَل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل سالب وتنقص طاقة النظام.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: قدرة الجسم على إحداث تغيير في ذاته أو فيما يحيط به.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: الطاقة الناتجة عن حركة الجسم.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: انتقال الطاقة بطرائق ميكانيكية.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: إذا بَذَلَ شغل على جسم ما فإن طاقته الحركية تتغير.

(٥) اختر: إذا بَذَل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن الشغل ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٦) اختر: إذا بَذل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن طاقة النظام ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد ثم تنقص.

(٧) اختر: إذا بَذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٨) اختر: إذا بَذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن طاقة النظام ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تنقص ثم تزيد.

أمثلة

3 ص75: يتسلق رجل جبلاً وهو يحمل حقيبة كتلتها 7.5 kg ويعد 30 min وصل إلى ارتفاع 8.2 m فوق نقطة البداية ..

(a) ما مقدار الشغل الذي بذله المتسلق على حقيبة الظهر؟

(b) إذا كان وزن المتسلق 645 N فما مقدار الشغل الذي بذله لرفع نفسه هو وحقيبة الظهر؟

(c) ما مقدار التغير في طاقة المتسلق والحقيبة؟

الحل:

(a) نحسب وزن حقيبة الظهر ثم نحسب مقدار الشغل ..

$$F = F_g = mg = 7.5 \times 9.8 = 73.5\ \text{N}$$

$$W = Fd = 73.5 \times 8.2 = 602.7\ \text{J}$$

(b) نحسب وزن الرجل مع حقيبة الظهر ثم نحسب مقدار الشغل ..

$$F = F_{g1} - F_{g2} = 73.5 + 645 = 718.5\ \text{N}$$

$$W = Fd = 718.5 \times 8.2 = 5891.7\ \text{J}$$

(c) نحسب مقدار التغير في طاقة المتسلق ..

التغير في طاقة المتسلق = الشغل الذي بذله الرجل = 5891.7 J

53 ص95: يبلغ ارتفاع الطابق الثالث لمنزل 8 m فوق مستوى الشارع، ما مقدار الشغل اللازم لنقل ثلاجة كتلتها 150 kg إلى الطابق الثالث؟

الحل: نحسب وزن الثلاجة ثم نحسب الشغل ..

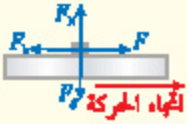
$$F = F_g = mg = 150 \times 9.8 = 1470\ \text{N}$$

$$W = Fd = 1470 \times 8 = 11760\ \text{J}$$

الدرس ١٥ : الشغل

حساب الشغل

القوى المؤثرة على جسم

القوة	رمزها	اتجاه القوة	رسم توضيحي
القوة المحركة	F	باتجاه الحركة	
قوة الوزن	F_g	عمودية للأسفل	
القوة العمودية	F_N	عمودية على الجسم للأعلى	
قوة الاحتكاك	F_k	معاكسة لاتجاه الحركة	

تنبيه: قوة احتكاك بين الجسم والسطح الأملس مهملة

العلاقة الرياضية

$$W = Fd\cos\theta$$

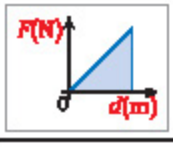
- W الشغل [J]
- F متوسط القوة [N]
- d الإزاحة [m]
- θ الزاوية بين القوة والإزاحة [°]

فوائد

- كل قوة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة تحلل إلى مركبتين أفقية ورأسية.
- شغل القوة المحركة موجب لأن القوة باتجاه الإزاحة.
- شغل القوة العمودية على الإزاحة = صفراً.
- شغل قوة الاحتكاك سالب لأن القوة بعكس اتجاه الإزاحة.

شغل القوة المتغيرة

- مقداره: المساحة تحت المنحنى البياني القوة ـ الإزاحة.
- مثاله: شغل النابض = مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ × القاعدة × الارتفاع .



(١) اختر: اتجاه قوة الاحتكاك ..... اتجاه الحركة.

Ⓐ بنفس Ⓑ بعكس Ⓒ عمودي على

(٢) ضع ✓ أو × : القوة العمودية على اتجاه الحركة لا تبذل شغلاً.

(٣) اختر: شغل قوة الاحتكاك ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٤) ضع ✓ أو × : شغل القوة المتغيرة هو المساحة تحت المنحنى البياني القوة ـ الإزاحة.

أمثلة

36 ص94: قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار دائري؛ هل تبذل قوة الجاذبية الأرضية أي شغل على القمر؟

الحل: لا تبذل قوة الجاذبية الأرضية شغلاً على القمر الصناعي؛ لأن القوة عمودية على اتجاه الحركة.

2 ص75: يؤثر طالبان معًا بقوة مقدارها 825 N لدفع سيارة مسافة مقدارها 35 m ..

(a) ما مقدار الشغل الذي يبذله الطالبان على السيارة؟

(b) إذا تضاعفت القوة المؤثرة فما مقدار الشغل المبذول لدفع السيارة إلى المسافة نفسها؟

الحل:

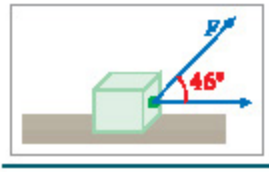
(a) الشغل الذي يبذله الطالبان على السيارة ..

$$W_1 = Fd\cos\theta = 825 \times 35 \cos 0 = 28875\ \text{J}$$

(b) الشغل المبذول لدفع السيارة إلى المسافة نفسها الشغل إذا تضاعفت القوة المؤثرة ..

$$W_2 = 2Fd\cos\theta = 2W_1 = 2 \times 28875 = 57750\ \text{J}$$

7 ص76: يستخدم حبل في سحب صندوق معدني مسافة 15 m على سطح الأرض؛ فإذا كان الحبل مربوطًا بحيث يصنع زاوية مقدارها 46° فوق سطح الأرض وتؤثر قوة مقدارها 628 N في الحبل فما مقدار الشغل الذي تبذله هذه القوة؟



الحل:

$$W = Fd\cos\theta = 628 \times 15 \cos 46$$

$$W = 6543.6\ \text{J}$$

57 ص95: يؤثر محرك سيارة بقوة 551 N لموازنة قوة الاحتكاك والمحافظة على ثبات السرعة؛ ما مقدار الشغل المبذول ضد قوة الاحتكاك بوساطة محرك السيارة عند اقتطاعها مسافة 161 km ؟

الحل:

$$\text{km} \xrightarrow{\times 10^3} \text{m}$$

$$W = Fd = (551)(161\times10^3) = 88711000\ \text{J}$$

2 ص73: يسحب بحّار قاربًا مسافة 30 m في اتجاه رصيف الميناء مستخدمًا حبلاً يصنع زاوية 25° فوق المحور الأفقي؛ فإذا أثر البحّار في الحبل بقوة 255 N فاحسب الشغل الذي يبذله البحّار على القارب؟

الجواب النهائي: 6930 J .

الدرس ١٦ : القدرة

القدرة

تعريفها	{ المعدل الزمني لبذل الشغل }	
الواط	{ انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال فترة زمنية مقدارها 1 s }	
فائدتان	• وحدة قياس القدرة واط « $kg.m^2/s^3$ » ورمزها W . • 1000 W = الكيلوواط kW .	
العلاقة الرياضية	$P = \frac{W}{t}$ $P = Fv$	P القدرة [W] — F القوة [N] W الشغل [J] — v السرعة [m/s] t الزمن [s]

(١) اكتب المصطلح العلمي: المعدل الزمني لبذل الشغل.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال فترة زمنية مقدارها 1 s .

(٣) اختر: وحدة قياس القدرة ..

Ⓐ J.s . Ⓑ J/s . Ⓒ N/m.s .

أمثلة

9 ص78: رُفِعَ صندوق يَزِن 575 N إلى مسافة 20 m رأسيًا بوساطة حبل قوي موصول بمحرك؛ فإذا تمّ إنجاز العمل خلال 10 s فما القدرة التي يولدها المحرك بوحدة W ؟ ووحدة kW ؟

الحل:

أولاً: نحسب قدرة المحرك ..

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{575 \times 20}{10} = 1150\ W$$

ثانيًا: نحول القدرة من W إلى kW بالقسمة على 1000 ..

$$P = \frac{1150}{1000} = 1.15\ kW$$

12 ص78: يُولد محرك كهربائي قدرة مقدارها 65 kW لرفع مصعد مكتمل الحمولة مسافة 17.5 m خلال 35 s ؛ ما مقدار القوة التي يبذلها المحرك؟

الحل:

$kW \xrightarrow{\times 10^3} W$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} \Rightarrow F = \frac{Pt}{d} = \frac{65\times10^3\times35}{17.5} = 13000\ N$$

13 ص79: صممت رافعة لكي يتم تثبيتها على شاحنة ولدى اختبار قدراتها ربطت الرافعة بجسم وزنه يعادل أكبر قوة تستطيع الرافعة التأثير بها ومقدارها $6.8\times10^3\ N$ فرفعت الجسم مسافة $15\ m$ مولدة قدرة مقدارها $0.3\ kW$ ؛ ما الزمن الذي احتاجت إليه الرافعة لرفع الجسم؟

الحل:

$kW \xrightarrow{\times 10^3} W$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} \Rightarrow t = \frac{Fd}{P} = \frac{6.8\times10^3\times15}{0.3\times10^3} = 340\ s$$

71 ص96: يدفع محرك قاربًا على سطح الماء بسرعة ثابتة مقدارها $15\ m/s$ من خلال التأثير عليه بقوة مقدارها $6\ kN$ ليوازن قوة مقاومة الماء لحركة القارب؛ ما قدرة محرك القارب؟

الحل:

$kN \xrightarrow{\times 10^3} N$

$$P = Fv = 6\times10^3 \times 15 = 90000\ W$$

الدرس ١٧ : الآلات

أساسيات عن الآلات

أنواعها

- آلات بسيطة: مثل ..

الدولاب والمحور	الرافعة	المستوى المائل	الوتد	البكرة

- آلات مُركّبة: مثل: الدراجة الهوائية، السيارة.

فائدتها	تسهيل أداء المهام ، تخفيف الحمل	عملها	تغيير مقدار القوة أو اتجاهها

(١) املأ الفراغ: الآلات نوعان: آلات ـــــــ وآلات ـــــــ .

(٢) اختر: تعتبر الرافعة والسطح المائل والوتد من الآلات ..

Ⓐ البسيطة. Ⓑ المُركّبة. Ⓒ البسيطة والمركّبة.

(٣) اختر: الآلة المُركّبة من الآلات التالية هي ..

Ⓐ الدولاب والمحور. Ⓑ الرافعة. Ⓒ الدراجة الهوائية.

(٤) املأ الفراغ: تفيد الآلات في ـــــــ و ـــــــ .

(٥) ضع ✓ أو × : تعمل الآلات على تغيير مقدار القوة أو اتجاهها.

كفاءة الآلة « الفاعلية »

تعريفها	{ نسبة الفائدة الميكانيكية إلى الفائدة الميكانيكية المثالية }	
العلاقة الرياضية	$e = \frac{MA}{IMA} \times 100$	e كفاءة الآلة MA الفائدة الميكانيكية IMA الفائدة الميكانيكية المثالية
الفائدة الميكانيكية	{ نسبة المقاومة إلى القوة }	
الفائدة الميكانيكية المثالية	{ إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة }	
العلاقة الرياضية	$MA = \frac{F_r}{F_e}$ $IMA = \frac{d_e}{d_r}$	MA الفائدة الميكانيكية IMA الفائدة الميكانيكية المثالية F_r المقاومة [N] d_e إزاحة القوة [m] F_e القوة [N] d_r إزاحة المقاومة [m]

(٦) اكتب المصطلح العلمي: نسبة المقاومة إلى القوة.

(٧) اكتب المصطلح العلمي: إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة.

(٨) اكتب المصطلح العلمي: نسبة الفائدة الميكانيكية إلى الفائدة الميكانيكية المثالية.

أمثلة

25 ص87: تستخدم مطرقة ثقيلة لطرق إسفين في جذع شجرة لتقسيمه؛ فعندما ينغرس الإسفين مسافة 0.2 m في الجذع فإنه ينفلق مسافة 5 cm ؛ إذا علمت أن القوة اللازمة لفلق الجذع 1.7×10^{4} N وأن المطرقة تؤثر بقوة 1.1×10^{4} N فاحسب ..

(a) الفائدة الميكانيكية المثالية للإسفين. (b) الفائدة الميكانيكية للإسفين. (c) كفاءة الإسفين.

الحل:

(a) الفائدة الميكانيكية المثالية للإسفين ..

cm $\xrightarrow{\times10^{-2}}$ m

$$IMA=\frac{d_e}{d_r}=\frac{0.2}{5\times10^{-2}}=4$$

(b) الفائدة الميكانيكية للإسفين ..

$$MA=\frac{F_r}{F_e}=\frac{1.7\times10^{4}}{1.1\times10^{4}}=1.54$$

(c) كفاءة الإسفين ..

$$e=\frac{MA}{IMA}\times100=\frac{1.54}{4}=38.5\%$$

26 ص87: يستخدم عامل نظام بكرة عند رفع صندوق كرتون كتلته 24 kg مسافة 16.5 m ؛ فإذا كان مقدار القوة المؤثرة 129 N وسحب الحبل مسافة 33 m فما مقدار ..

(a) الفائدة الميكانيكية لنظام البكرة. (b) كفاءة النظام.

الحل:

(a) نحسب وزن الصندوق ثم نحسب الفائدة الميكانيكية ..

$$F_r=F_g=mg=24\times9.8=235.2\ \text{N}$$

$$MA=\frac{F_r}{F_e}=\frac{235.2}{129}=1.82$$

(b) نحسب الفائدة الميكانيكية المثالية ثم نحسب كفاءة النظام ..

$$IMA=\frac{d_e}{d_r}=\frac{33}{16.5}=2$$

$$e=\frac{MA}{IMA}\times100=\frac{1.82}{2}\times100=91\%$$

الدرس ١٨ : كفاءة الآلة

كفاءة الآلة : الفاعلية :

الشغل المبذول	{ الشغل الذي يُبذَل على الآلة }	
الشغل الناتج	{ الشغل الذي تَبذُله الآلة }	
كفاءة الآلة	{ نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول }	
العلاقة الرياضية	$e = \frac{W_o}{W_i} \times 100$ $e = \frac{F_r d_r}{F_e d_e} \times 100$	e كفاءة الآلة W_o الشغل الناتج [J] W_i الشغل المبذول [J] d_r إزاحة المقاومة [m] F_r المقاومة [N] F_e القوة [N] d_e إزاحة القوة [m]
تنبيه	لآلة الدولاب والمحور نستبدل الإزاحة d بنصف القطر r	
فوائد	• في الآلة الحقيقية الشغل الناتج أقل من الشغل المبذول. • في الآلة المثالية الشغل الناتج = الشغل المبذول. • كفاءة الآلة الحقيقية أقل من 100% أما كفاءة الآلة المثالية = 100% .	

(١) اكتب المصطلح العلمي: الشغل الذي يُبذَل على الآلة.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: الشغل الذي تَبذُله الآلة.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول.

(٤) اختر: الشغل الذي تبذله الآلة الحقيقية ..... الشغل المبذول عليها.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أقل من

(٥) اختر: الشغل الذي تبذله الآلة المثالية ..... الشغل المبذول عليها.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أقل من

(٦) اختر: كفاءة الآلة الحقيقية ..... 100% .

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أقل من

(٧) اختر: كفاءة الآلة المثالية ..... 100% .

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أقل من

أمثلة

27 ص87: إذا أثرت بقوة مقدارها 225 N في رافعة لرفع صخرة وزنها 1.25×10^3 N مسافة 13 cm وكانت كفاءة الرافعة 88.7% فما المسافة التي تحركتها نهاية الرافعة من جهتك؟

الحل:

$$e=\frac{F_r d_r}{F_e d_e}\times100 \quad \Rightarrow \quad d_e=\frac{F_r d_r}{F_e e}\times100$$

cm $\xrightarrow{\times10^{-2}}$ m

$$\therefore \quad d_e=\frac{1.25\times10^3\times13\times10^{-2}}{225\times88.7}\times100=\boxed{0.81\ \text{m}}$$

28 ص87: تتكون رافعة من ذراع نصف قطره 45 cm يتصل بأسطوانة نصف قطرها 7.5 cm ملفوف حولها حبل يتدلى من طرفه الثاني الثقل المراد رفعه؛ عندما تدور الذراع دورة واحدة تدور الأسطوانة دورة واحدة أيضًا ..

(a) ما مقدار الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة؟

(b) إذا كانت فاعلية الآلة 75% فما مقدار القوة التي يجب التأثير بها في مقبض الذراع ليؤثر الذراع بقوة مقدارها 750 N في الحبل؟

الحل:

(a) مقدار الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة ..

$$IMA=\frac{r_e}{r_r}=\frac{45}{7.5}=\boxed{6}$$

(b) مقدار القوة التي يجب التأثير بها في مقبض الذراع ..

$$e=\frac{F_r r_r}{F_e r_e}\times100 \quad \Rightarrow \quad F_e=\frac{F_r r_r}{r_e e}\times100$$

$$\therefore \quad F_e=\frac{750\times7.5}{45\times75}\times100=\boxed{166.66\ \text{N}}$$

الدرس ١٩ : الآلات المركبة

الآلات المركبة

تعريفها	{ الآلة التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معًا }	
فائدتها الميكانيكية	$MA = MA_1 \times MA_2$	MA الفائدة الميكانيكية للآلة المركبة MA_1 الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة الأولى MA_2 الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة الثانية
فائدتها الميكانيكية المثالية	$IMA = IMA_1 \times IMA_2$	IMA الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المركبة IMA_1 الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة الأولى IMA_2 الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة الثانية
فائدة	لزيادة الفائدة الميكانيكية المثالية لدراجة هوائية نجعل نصف قطر ناقل الحركة الخلفي كبيراً ونصف قطر ناقل الحركة الأمامي صغيراً	
تعليل	عند صعود التل بدراجة هوائية فإن السائق يزيد الفائدة الميكانيكية المثالية لها ؛ حلل ؛ وذلك لزيادة القوة التي يؤثر بها الدولاب في الطريق	

(١) اكتب المصطلح العلمي: الآلة التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معًا.

(٢) اختر: في الدراجة الهوائية عندما نجعل نصف قطر ناقل الحركة الخلفي كبيراً و نصف قطر ناقل الحركة الأمامي صغيراً فإن الفائدة الميكانيكية المثالية ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد ثم تنقص. Ⓓ تنقص ثم تزيد.

آلة المشي البشرية

أجزاء أنظمة الرافعات في جسم الإنسان	• تضيب صلب ؛ العظام ؛. • مصدر قوة ؛ العضلات ؛. • نقطة ارتكاز ؛ المفاصل المتحركة بين العظام ؛. • مقاومة ؛ وزن الجسم الذي يتم رفعه أو تحريكه ؛.
تعليل	في سباقات المشي يُؤَرجح المتسابق وركه نحو الأعلى ؛ حلل ؛ وذلك لزيادة سرعته عن طريق زيادة طول الرافعة المكونة من عظام الساق	

فائدتان	• الفائدة الميكانيكية لأنظمة الروافع عند طوال القامة أقل منها عند قصار القامة. • في سباقات المشي يستطيع طوال القامة المشي أسرع من قصار القامة.

(٣) اختر: مصدر القوة في نظام الرافعة في جسم الإنسان هو ..

Ⓐ العظام. Ⓑ العضلات. Ⓒ المفاصل المتحركة بين العظام.

(٤) اختر: نقطة الارتكاز في نظام الرافعة في جسم الإنسان هو ..

Ⓐ العظام. Ⓑ العضلات. Ⓒ المفاصل المتحركة بين العظام.

(٥) اختر: الفائدة الميكانيكية لأنظمة الروافع عند الأشخاص طوال القامة ..... الفائدة الميكانيكية عند الأشخاص قصار القامة.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أقل من

(٦) اختر: في سباقات المشي يسير الأشخاص طوال القامة ..... الأشخاص قصار القامة.

Ⓐ أسرع من Ⓑ بنفس سرعة Ⓒ أبطأ من

أمثلة

88 ص98: تتكون آلة مركبة من رافعة متصلة بنظام بكرات؛ فإذا كانت الآلة المركبة في حالتها المثالية تتكون من رافعة فائدتها الميكانيكية المثالية 3 ونظام بكرة فائدتها الميكانيكية المثالية 2 ..

(a) فأثبت أن الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المركبة تساوي 6 .

(b) إذا كانت كفاءة الآلة 60% فما القوة التي يجب التأثير بها في الرافعة لرفع صندوق وزنه 540 N ؟

الحل:

(a) نحسب مقدار الفائدة الميكانيكية المثالية ..

$$IMA = IMA_1 \times IMA_2 = 2 \times 3 = 6$$

(b) نحسب مقدار الفائدة الميكانيكية ثم نحسب مقدار القوة ..

$$e = \frac{MA}{IMA} \times 100 \Rightarrow MA = \frac{e \times IMA}{100} = \frac{60 \times 3}{100} = 1.8$$

$$MA = \frac{F_r}{F_e} \Rightarrow F_e = \frac{F_r}{MA} = \frac{540}{1.8} = 300\ N$$

أجوبة الفصل الثالث

الأجوبة

الدرس١٤	(١) الطاقة.	(٣) الشغل.		(٥) Ⓒ	(٧) Ⓐ
	(٢) الطاقة الحركية.	(٤) نظرية الشغل ـ الطاقة.		(٦) Ⓐ	(٨) Ⓑ
الدرس١٥	(١) Ⓑ	(٢) ✓	(٣) Ⓐ		(٤) ✓
الدرس١٦	(١) القدرة.	(٢) الواط.			(٣) Ⓑ
الدرس١٧	(١) بسيطة ، مركبة (٤) تسهيل أداء المهام ، تخفيف الحمل (٧) الفائدة الميكانيكية المثالية.				
	(٢) Ⓐ	(٥) ✓			(٨) كفاءة الآلة.
	(٣) Ⓒ	(٦) الفائدة الميكانيكية.			
الدرس١٨	(١) الشغل المبذول.	(٣) كفاءة الآلة.		(٥) Ⓑ	(٧) Ⓑ
	(٢) الشغل الناتج.	(٤) Ⓒ		(٦) Ⓒ	
الدرس١٩	(١) الآلات المركبة.	(٢) Ⓐ	(٣) Ⓑ	(٤) Ⓒ	(٥) Ⓒ	(٦) Ⓐ

الفصل الرابع

الطاقة وحفظها

الدرس ٢٠ : الأشكال المتعددة للطاقة ٥١

الدرس ٢١ : الطاقة المختزنة ٥٣

الدرس ٢٢ : طاقة الوضع المرونية ٥٥

الدرس ٢٣ : حفظ الطاقة ٥٧

الدرس ٢٤ : تحليل التصادمات ٥٩

أجوبة الفصل الرابع ٦١

الدرس ٢٠ : الأشكال المتعددة للطاقة

نظرية الشغل ـ الطاقة

فوائد	• تزيد طاقة النظام بمقدار الشغل المبذول على النظام. • تنقص طاقة النظام بمقدار الشغل الذي يبذله النظام. • الطاقة الحركية النهائية = الطاقة الحركية الابتدائية + الشغل المبذول على الجسم.	
العلاقة الرياضية	$KE_f = KE_i + W$ $W = Fd$ $KE = \frac{1}{2}mv^2$	W الشغل [J] KE_f الطاقة الحركية النهائية [J] KE_i الطاقة الحركية الابتدائية [J] F متوسط القوة [N] d الإزاحة [m] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]

(١) اختر: إذا بُذِلَ شغل على النظام فإن طاقته ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ لا تتغير.

(٢) اختر: إذا بَذَل النظام شغلاً فإن طاقته ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ لا تتغير.

الطاقة الحركية

العوامل التي تعتمد عليها	• كتلة الجسم: تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع كتلته. • سرعة الجسم: تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع مربع سرعته.
فائدة	معامل تزايد الطاقة الحركية لجسم = مربع معامل تزايد سرعة هذا الجسم
أنواعها	• طاقة حركية خطية. • طاقة حركية دورانية.
فوائد	• تعتمد طاقة الحركة الدورانية للجسم على سرعته الزاويّة. • محرك الشاحنة يبذل شغلاً أكبر من شغل محرك السيارة الصغيرة عندما تسيران بنفس السرعة لأن كتلة الشاحنة أكبر. • طاقة الحركة دائمًا موجبة فلا يوجد طاقة حركة سالبة.

(٣) املأ الفراغ: تعتمد طاقة حركة الجسم على ..... و ..... .

(٤) ضع ✓ أو × : تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع كتلته.

(٥) ضع ✓ أو × : تتناسب طاقة حركة الجسم عكسيًا مع مربع سرعته.

(٦) ضع ✓ أو × : تعتمد طاقة الحركة الدورانية لجسم على سرعته الزاويّة.

أمثلة

1 ص106: يتحرك متزلج كتلته 52 kg بسرعة 2.5 m/s ويتوقف خلال مسافة 24 m ؛ ما مقدار الشغل المبذول بفعل الاحتكاك مع الجليد لجعل المتزلج يتوقف؟ وما مقدار الشغل الذي يجب على المتزلج أن يبذله ليصل إلى سرعة 2.5 m/s مرة أخرى؟

الحل:

أولاً: لحساب الطاقتين الحركيتين الابتدائية والنهائية ثم لحساب الشغل ..

$$KE_i = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(52)(2.5)^2 = 162.5\ J$$

$$KE_f = 0 \quad \text{« لأن المتزلج توقف »}$$

$$KE_f = KE_i + W \Rightarrow W = KE_f - KE_i = 0 - 162.5 = \boxed{-162.5\ J}$$

ثانيًا: الشغل الذي يبذله المتزلج ..

الشغل الذي يبذله المتزلج = − الشغل المبذول بفعل الاحتكاك = $\boxed{162.5\ J}$

2 ص106: سيارة كتلتها 875 kg زادت سرعتها من 22 m/s إلى 44 m/s عند تجاوزها سيارة أخرى ؛ ما مقدار طاقتي حركتها الابتدائية والنهائية؟ وما مقدار الشغل المبذول على السيارة لزيادة سرعتها؟

الحل:

أولاً: مقدار طاقتي الحركة الابتدائية والنهائية ..

$$KE_i = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}(875)(22)^2 = \boxed{211750\ J}$$

$$KE_f = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}(875)(44)^2 = \boxed{847000\ J}$$

ثانيًا: مقدار الشغل المبذول على السيارة ..

$$KE_f = KE_i + W \Rightarrow W = KE_f - KE_i = 847000 - 211750 = \boxed{635250\ J}$$

35 ص128: إذا زادت سرعة عداء إلى ثلاثة أضعاف سرعته الابتدائية فما معامل تزايد طاقته الحركية؟

الحل:

معامل تزايد الطاقة الحركية للجسم = مربع معامل تزايد سرعة هذا الجسم = $3^2 = \boxed{9}$

الدرس ٢١ : الطاقة المختزنة

أساسيات الطاقة المختزنة

أنواعها	الطاقة المختزنة بطرق ميكانيكية طاقة وضع الجاذبية ، طاقة الوضع المرونية	الطاقة الكيميائية الطاقة المختزنة في الوقود
طاقة وضع الجاذبية	{ طاقة مختزنة في النظام نتيجة تأثير قوة الجاذبية }	
مستوى الإسناد	{ المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع = صفراً }	
فائدة	طاقة وضع الجاذبية موجبة فوق مستوى الإسناد وسالبة تحته	
العوامل المؤثرة في طاقة وضع الجاذبية	• وزن الجسم. • بعد الجسم عن مستوى الإسناد.	
العلاقة الرياضية	$PE = mgh$	PE طاقة وضع الجاذبية [J] m كتلة الجسم [kg] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s²] h الارتفاع الرأسي عن مستوى الإسناد [m]
فوائد	• أثناء صعود الجسم تبذل الجاذبية شغلاً سالبًا يبطئ من سرعته حتى يتوقف. • أثناء سقوط الجسم تبذل الجاذبية شغلاً موجبًا يزيد من سرعته.	
تحولات الطاقة لكرة تقذف رأسيًا لأعلى	• لحظة قذف الكرة يمتلك النظام طاقة حركية أما طاقة الوضع = صفراً. • أثناء الصعود لأعلى تتحول طاقة الحركة تدريجيًا إلى طاقة وضع. • عند أقصى ارتفاع يمتلك النظام طاقة وضع أما طاقة الحركة = صفراً. • أثناء السقوط تتحول طاقة الوضع تدريجيًا إلى طاقة حركة. • في جميع نقاط الحركة مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع = مقداراً ثابتًا.	

(١) ضع ✓ أو ✗ : طاقة وضع الجاذبية أحد أنواع الطاقة المختزنة في الجسم بطرق ميكانيكية.

(٢) اختر: الطاقة المختزنة في الوقود هي طاقة ..

Ⓐ حركية. Ⓑ ميكانيكية. Ⓒ كيميائية.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: طاقة مختزنة في النظام نتيجة تأثير قوة الجاذبية.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع = صفراً.

(٥) اختر: طاقة وضع الجاذبية لماء البئر بالنسبة لسطح الأرض تكون ..

Ⓐ سالبة. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبة.

(٦) ضع ✓ أو × : تعتمد طاقة وضع الجاذبية لجسم على وزنه وبعده عن مستوى الإسناد.

(٧) اختر: شغل الجاذبية أثناء صعود الجسم لأعلى يكون ..

Ⓐ سالبًا. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبًا.

(٨) ضع ✓ أو × : أثناء سقوط الجسم تبذل الجاذبية شغلاً موجبًا يزيد من سرعة الجسم.

(٩) اختر: لحظة قذف كرة لأعلى يمتلك النظام ..

Ⓐ طاقة وضع. Ⓑ طاقة حركة. Ⓒ طاقة وضع وطاقة حركة.

(١٠) املأ الفراغ: أثناء صعود الكرة لأعلى تقل طاقة ..... وتزداد طاقة ..... .

أمثلة

6 ص110: رفع طالب كتابًا كتلته 2.2 kg من فوق سطح طاولة ارتفاعها عن سطح الأرض 0.8 m ثم وضعه على رف الكتب الذي يرتفع عن سطح الأرض مسافة 2.1 m ؛ ما مقدار طاقة الوضع للكتاب بالنسبة لسطح الطاولة؟

الحل:

$$PE = mg(h_2 - h_1) = 2.2 \times 9.8(2.1 - 0.8) = 28\ J$$

7 ص110: إذا سقطت قطعة طوب كتلتها 1.8 kg من مدخنة ارتفاعها 6.7 m إلى سطح الأرض فما مقدار التغير في طاقة وضعها؟

الحل: نختار مستوى الإسناد عند سطح الأرض ..

نحسب التغير في طاقة الوضع ..

$$\Delta PE = mg(h_2 - h_1) = 1.8 \times 9.8(0 - 6.7) = -118.2\ J$$

1 ص109: إذا رفعت كرة بولنج كتلتها 7.3 kg من سلة الكرات إلى مستوى كتفك، وكان ارتفاع سلة الكرات عن سطح الأرض 0.61 m وارتفاع كتفك عن سطح الأرض 1.12 m فما مقدار ..

(a) طاقة وضع الجاذبية لكرة البولنج وهي على كتفك بالنسبة إلى سطح الأرض.

(b) طاقة وضع الجاذبية لكرة البولنج وهي على كتفك بالنسبة إلى سلة الكرات.

(c) شغل الجاذبية عندما ترتفع الكرة من السلة إلى مستوى كتفك.

الجواب النهائي: 80.1 J ، 36.5 J ، −36.5 J .

الدرس ٢٢ : طاقة الوضع المرونية

أساسيات عن طاقة الوضع المرونية

تعريفها	{ طاقة مختزنة في الجسم المرن نتيجة تغير شكله }	
من أمثلتها	الطاقة المختزنة في .. • الوتر المشدود. • النابض المشدود. • الأربطة المطاطية. • منصات القفز.	
تحولات الطاقة في وتر القوس	• الشغل المبذول لسحب وتر القوس يُختزن على شكل طاقة وضع مرونية في الوتر. • عند إفلات الوتر تتحول طاقة وضعه المرونية إلى طاقة حركية فيندفع إلى الأمام.	
تحولات الطاقة في لعبة القفز بالزانة	• يركض اللاعب حاملاً عصا الزانة فيكتسب طاقة حركية. • عند ثني العصا يتحول جزء من الطاقة الحركية إلى طاقة وضع مرونية في العصا. • عندما تستقيم العصا تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركية فيرتفع اللاعب.	
الطاقة السكونية	{ كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء }	
فائدة	للكتلة نفسها طاقة وضع تسمى الطاقة السكونية	
العلاقة الرياضية	$E_o = mc^2$	E_o الطاقة السكونية [J] m الكتلة [kg] c سرعة الضوء [m/s]

(١) اكتب المصطلح العلمي: طاقة مختزنة في الجسم المرن نتيجة تغير شكله.

(٢) اختر: الطاقة المختزنة في الوتر المشدود طاقة ..

Ⓐ حركية. Ⓑ سكونية. Ⓒ وضع مرونية.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء.

(٤) اختر: للكتلة نفسها طاقة وضع تسمى ..

Ⓐ الطاقة الحركية. Ⓑ الطاقة السكونية. Ⓒ طاقة الوضع المرونية.

أمثلة

37 ص128: لماذا تتغير القفزة كثيراً في رياضة القفز بالزانة عند استبدال العصا الخشبية القاسية بعصا مصنوعة من الألياف الزجاجية؟

الحل: يعتمد ارتفاع القفزة على مقدار طاقة الوضع المختزنة في عصا الزانة ..

- العصا الخشبية القاسية يصعب انحناؤها لذا يصعب بذل شغل عليها فلا تختزن طاقة وضع كبيرة.
- العصا المصنوعة من الألياف الزجاجية عالية المرونة يسهل انحناؤها فتختزن طاقة وضع أكبر.

74 ص132: وضع أحد الرماة سهمًا كتلته 0.3 kg في القوس، وكان متوسط القوة المؤثرة عند سحب السهم للخلف مسافة 1.3 m تساوي 201 N ..

(a) إذا اختزنت الطاقة كلها في السهم فما سرعة انطلاق السهم؟

(b) إذا انطلق السهم رأسيًا إلى أعلى فما الارتفاع الذي يصل إليه؟

الحل:

(a) سرعة انطلاق السهم ..

$$W = KE_f - KE_i \quad \Rightarrow \quad Fd = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\therefore \quad 201 \times 1.3 = \frac{1}{2}(0.3)v_f^2 - \frac{1}{2}(0.3)(0)^2$$

$$261.3 = 0.15v_f^2$$

$$v_f^2 = \frac{261.3}{0.15} = 1742 \qquad \text{« قسمنا الطرفين على 0.15 »}$$

$$v_f = \sqrt{1742} = 41.7\ m/s \qquad \text{« أخذنا جذر الطرفين »}$$

(b) الارتفاع الذي يصل إليه السهم ..

$$mgh = \frac{1}{2}mv_f^2 \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v_f^2}{2g} = \frac{1742}{2\times 9.8} = 88.87\ m$$

الدرس ٢٣ : حفظ الطاقة

قانون حفظ الطاقة

نصه	{ في النظام المعزول المغلق الطاقة لا تفنى ولا تستحدث }
النظام المعزول	{ النظام الذي لا تؤثر فيه أي قوة خارجية }
النظام المغلق	{ النظام الذي لا يدخل إليه أو يخرج منه أي جسم }
فائدة	المجموع الكلي للطاقة في النظام المعزول المغلق ثابتًا
الطاقة الميكانيكية	{ مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية في النظام }
العلاقة الرياضية	$E = KE + PE$ E الطاقة الميكانيكية [J] KE الطاقة الحركية [J] PE طاقة وضع الجاذبية [J]

(١) اكتب المصطلح العلمي: في النظام المعزول المغلق الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: النظام الذي لا تؤثر فيه أي قوة خارجية.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: النظام الذي لا يدخل إليه أو يخرج منه أي جسم.

(٤) ضع ✓ أو ✗ : المجموع الكلي للطاقة في النظام المعزول المغلق ثابتًا.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية في النظام.

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

نصه	{ مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد وقوع الحدث }	
العلاقات الرياضية	$KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$ إذا أثرت قوة خارجية على النظام فإن .. $KE_1 + PE_1 + W = KE_2 + PE_2$	KE_1 الطاقة الحركية الابتدائية [J] PE_1 طاقة وضع الجاذبية الابتدائية [J] KE_2 الطاقة الحركية النهائية [J] PE_2 طاقة وضع الجاذبية النهائية [J] W شغل القوة الخارجية [J]
فائدة	الزيادة في طاقة وضع النظام المغلق المعزول = النقص في طاقته الحركية	

تحولات الطاقة في البندول البسيط	• الشغل المبذول لإزاحة كرة البندول عن مستوى الإسناد يكسب النظام طاقة. • لحظة ترك كرة البندول فإنها تمتلك طاقة وضع. • أثناء الحركة من أعلى نقطة باتجاه أسفل نقطة فإنها تمتلك طاقة حركة وطاقة وضع. • لحظة الوصول إلى مستوى الإسناد فإنها تمتلك طاقة حركة. • طاقة الحركة عند أسفل نقطة = طاقة الوضع عند أعلى نقطة.
تعليل	تضاؤل تذبذب البندول إلى أن يتوقف « علل » بسبب وجود مقاومة الهواء يتحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية

(٦) اكتب المصطلح العلمي: مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد وقوع الحدث.

(٧) اختر: الزيادة في طاقة وضع النظام المغلق المعزول ـــــ النقص في طاقته الحركية.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(٨) اختر: أزيحت كرة البندول إلى أحد الجانبين فإن الطاقة التي اكتسبتها ..

Ⓐ طاقة حركية. Ⓑ طاقة الوضع المرونية. Ⓒ طاقة وضع الجاذبية.

(٩) اختر: لحظة وصول كرة البندول إلى مستوى الإسناد فإنها تمتلك ..

Ⓐ طاقة حركية. Ⓑ طاقة وضع الجاذبية. Ⓒ طاقة الوضع المرونية.

(١٠) اختر: طاقة حركة كرة البندول عند أسفل نقطة ـــــ طاقة وضعها عند أعلى نقطة.

Ⓐ أصغر من Ⓑ تساوي Ⓒ أكبر من

أمثلة

14 ص117: يقترب سائق دراجة من تل بسرعة 8.5 m/s ؛ فإذا كانت كتلة السائق والدراجة 85 kg فما طاقة حركة النظام الابتدائية؟ وإذا صعد السائق التل بالدراجة فما الارتفاع الذي ستتوقف عنده؟

الحل: نحسب طاقتي الحركة الابتدائية والنهائية وطاقة الوضع الابتدائية ثم نحسب الارتفاع ..

$$KE_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(85)(8.5)^2 = 3070.6\ \text{J}$$

$KE_2 = 0$ « لأن الدراجة توقفت »

$PE_1 = 0$ « لأن الارتفاع = 0 »

$$KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$$

$$3070.6 + 0 = 0 + mgh \Rightarrow h = \frac{3070.6}{mg} = \frac{3070.6}{85 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 3.68\ \text{m}$$

الدرس ٢٤ : تحليل التصادمات

التصادمات

أنواعها	• فوق المرن ، الانفجاري ،	• المرن. • عديم المرونة.
التصادم فوق المرن	{ التصادم الذي تزداد فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم }	
التصادم المرن	{ التصادم الذي تبقى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده متساويتين }	
التصادم عديم المرونة	{ التصادم الذي تقل فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم }	
حفظ الزخم	$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$ حيث .. $p = mv$	p_{Ai} زخم الجسم الأول قبل التصادم [kg. m/s] p_{Bi} زخم الجسم الثاني قبل التصادم [kg. m/s] p_{Af} زخم الجسم الأول بعد التصادم [kg.m/s] p_{Bf} زخم الجسم الثاني بعد التصادم [kg. m/s] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]
مثال توضيحي على التصادم المرن	كرة بلياردو تتحرك بسرعة v باتجاه أخرى ساكنة لها نفس الكتلة بعد التصادم .. • تسكن الكرة المتحركة وتتحرك الساكنة بسرعة v . • الطاقة الحركية بعد التصادم تساوي الطاقة الحركية قبل التصادم.	
مثال توضيحي على التصادم عديم المرونة	مُتَزَلِّج يتحرك بسرعة v نحو آخر ساكن له نفس الكتلة بعد التصادم .. • يلتصقان معًا ويتحركان بسرعة $\frac{1}{2}v$. • الطاقة الحركية النهائية للمتزلجين $= \frac{1}{4}$ الطاقة الحركية الابتدائية.	

(١) اختر: التصادم الذي تزداد فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم ..

Ⓐ التصادم فوق المرن. Ⓑ التصادم المرن. Ⓒ التصادم عديم المرونة.

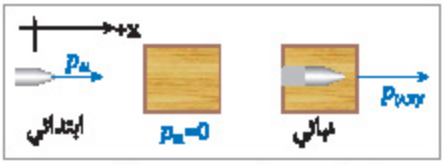
(٢) اكتب للمصطلح العلمي: التصادم الذي تبقى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده متساويتين.

(٣) اكتب للمصطلح العلمي: التصادم الذي تقل فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم.

أمثلة

18 ص121: انطلقت رصاصة كتلتها 8 g نحو قطعة خشبية كتلتها 9 kg موضوعة على سطح طاولة فاستقرت فيها وتحركتا معًا كجسم واحد بسرعة 10 m/s ؛ ما مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة؟

الحل: نختار نظام إحداثيات ونحدد الاتجاه الموجب، ثم نرسم مخططًا لاتجاهات الزخم، ثم نحسب السرعة الابتدائية للرصاصة ..



$$m_A v_{Al} = (m_A + m_B)v_f$$ « زخم القطعة قبل التصادم = 0 لأنها ساكنة »

$$8\times10^{-3}v_{Al} = (8\times10^{-3} + 9)(10)$$ « $\frac{\times10^{-3}}{g \longrightarrow kg}$ »

$$8\times10^{-3}v_{Al} = 90.08$$

$$v_{Al} = \frac{90.08}{8\times10^{-3}} = 11260\ m/s$$ « قسمنا الطرفين على 8×10^{-3} »

---

19 ص121: هدف مغناطيسي كتلته 0.73 kg معلق بخيط، أطلق سهم حديدي كتلته 0.025 kg أفقيًا في اتجاه الهدف فاصطدم به والتحما معًا وتحركا كبندول ارتفع 12 cm فوق المستوى الابتدائي قبل أن يتوقف لحظيًا عن الحركة؛ احسب السرعة الابتدائية للسهم؟

الحل:

أولاً: لحساب طاقتي الوضع الابتدائية والنهائية وطاقة الحركة النهائية ثم نحسب السرعة بعد التصادم ..

$$PE_i = 0$$ « عند مستوى الإسناد »

$$PE_f = (m_A + m_B)gh_f = (0.025 + 0.73)(9.8)(12\times10^{-2}) = 0.89\ J$$ « $\frac{\times10^{-2}}{cm \longrightarrow m}$ »

$$KE_f = 0$$ « لأن البندول توقف »

$$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

$$\frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2 + 0 = 0 + 0.89$$

$$\frac{1}{2}(0.025 + 0.73)v^2 = 0.89$$

$$0.377v^2 = 0.89$$

$$v^2 = \frac{0.89}{0.377} = 2.36$$ « قسمنا الطرفين على 0.377 »

$$v = \sqrt{2.36} = 1.53\ m/s$$ « أخذنا الجذر التربيعي للطرفين »

ثانيًا: لحساب السرعة الابتدائية للسهم ..

$$m_A v_{Al} = (m_A + m_B)v_f$$ « زخم الهدف قبل التصادم = 0 لأنه ساكن »

$$0.025v_{Al} = (0.025 + 0.73)(1.53)$$

$$v_{Al} = \frac{1.15}{0.025} = 46\ m/s$$ « قسمنا الطرفين على 0.025 »

أجوبة الفصل الرابع

الأجوبة

الدرس ٢٠	(١) Ⓐ	(٣) كتلة الجسم ، سرعة الجسم	(٥) ×
	(٢) Ⓑ	(٤) ✓	(٦) ✓
الدرس ٢١	(١) ✓	(٤) مستوى الإسناد.	(٧) Ⓐ (١٠) الحركة ، الوضع
	(٢) Ⓒ	(٥) Ⓐ	(٨) ✓
	(٣) طاقة وضع الجاذبية.	(٦) ✓	(٩) Ⓑ
الدرس ٢٢	(١) طاقة الوضع المرونية.	(٢) Ⓒ	(٣) الطاقة السكونية. (٤) Ⓑ
الدرس ٢٣	(١) قانون حفظ الطاقة.	(٥) الطاقة الميكانيكية.	(٩) Ⓒ
	(٢) النظام المعزول.	(٦) قانون حفظ الطاقة الميكانيكية.	(١٠) Ⓐ
	(٣) النظام المغلق.	(٧) Ⓑ	(١١) Ⓑ
	(٤) ✓	(٨) Ⓒ	
الدرس ٢٤	(١) Ⓐ	(٢) التصادم المرن.	(٣) التصادم عديم المرونة.

الفصل الخامس

الطاقة الحرارية

الدرس ٢٥ : درجة الحرارة والطاقة الحرارية ٦٣

الدرس ٢٦ : قياس درجة الحرارة ٦٦

الدرس ٢٧ : تدفق الطاقة الحرارية ٦٨

الدرس ٢٨ : الطاقة الحرارية ٧٠

الدرس ٢٩ : الاتزان الحراري ٧٢

الدرس ٣٠ : تغيرات حالة المادة ٧٤

الدرس ٣١ : الحرارة الكامنة للتبخر ٧٧

الدرس ٣٢ : قوانين الديناميكا الحرارية ٧٩

الدرس ٣٣ : المحرك الحراري ٨١

الدرس ٣٤ : القانون الثاني للديناميكا الحرارية ٨٣

أجوبة الفصل الخامس ٨٤

الدرس ٢٥ : درجة الحرارة والطاقة الحرارية

الطاقة الحرارية

تعريفها	{ مقياس للحركة الداخلية لجزيئات الجسم }
فوائد	• تمتلك جزيئات الغاز طاقة حركية خطية، طاقة حركية دورانية، طاقة وضع. • تنتقل الطاقة بين الجزيئات نتيجة تصادمها مع بعضها البعض. • تتحرك جزيئات الغاز بحرية أما جزيئات المادة الصلبة فلا تتمكن من الحركة بحرية. • الطاقة الكلية لجزيئات الغاز تسمى الطاقة الحرارية. • تتناسب الطاقة الحرارية في الجسم مع عدد الجزيئات فيه.
تعليل	يتمدد البالون المملوء بغاز الهيليوم عند تعريضه لأشعة الشمس ؛ علل : لأن طاقة أشعة الشمس تجعل ذرات الغاز تتحرك أسرع فتصطدم بجدران البالون بمعدل أكبر

(١) اكتب المصطلح العلمي: مقياس للحركة الداخلية لجزيئات الجسم.

(٢) املأ الفراغ: تمتلك جزيئات الغاز طاقة ـــــــ وطاقة ـــــــ وطاقة ـــــــ .

(٣) ضع ✓ أو × : تنتقل الطاقة بين الجزيئات نتيجة تصادمها مع بعضها البعض.

(٤) اختر: الطاقة الكلية لجزيئات الغاز تسمى ..

Ⓐ الطاقة الكيميائية. Ⓑ الطاقة الحرارية. Ⓒ الطاقة الكهروكيميائية.

(٥) ضع ✓ أو × : تتناسب الطاقة الحرارية في الجسم مع عدد الجزيئات فيه.

درجة الحرارة

فائدة	درجة حرارة الجسم .. • تتناسب طرديًا مع متوسط الطاقة الحركية للجزيئات فيه. • لا تعتمد على عدد الجزيئات فيه.
متوسط طاقة حركة جزيئات الجسم	• متوسط طاقة جزيئات الجسم الساخن أكبر من متوسط طاقة جزيئات الجسم البارد. • متوسط طاقة حركة الجزيئات في الجسم يساوي قسمة الطاقة الحركية الكلية للجسم على عدد الجزيئات في هذا الجسم.

(٦) اختر: تتناسب درجة حرارة الجسم طرديًا مع ..... في الجسم.
Ⓐ عدد الجزيئات Ⓑ عدد الذرات Ⓒ متوسط الطاقة الحركية للجزيئات

(٧) ضع ✓ أو ✗ : تعتمد درجة حرارة الجسم على عدد الجزيئات في الجسم.

(٨) اختر: متوسط طاقة جزيئات الجسم الساخن ..... متوسط طاقة جزيئات الجسم البارد.
Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(٩) اختر: ناتج قسمة الطاقة الحركية الكلية للجسم على عدد جزيئات هذا الجسم يساوي ..
Ⓐ الطاقة الكلية. Ⓑ الطاقة الحرارية. Ⓒ متوسط طاقة حركة الجزيئات في الجسم.

حالة الاتزان الحراري

تعريفها	{ الحالة التي يتساوى عندها معدّلا تدفق الطاقة بين جسمين متلامسين }
فائدة	عند حدوث الاتزان الحراري بين جسمين متلامسين فإن .. • معدل انتقال الحرارة من الجسم الأول إلى الثاني يساوي معدل انتقال الحرارة من الجسم الثاني إلى الأول. • درجة حرارة الجسم الأول تساوي درجة حرارة الجسم الثاني.

(١٠) اكتب المصطلح العلمي: الحالة التي يتساوى عندها معدّلا تدفق الطاقة بين جسمين متلامسين.

(١١) اختر: عند حدوث الاتزان الحراري بين جسمين متلامسين فإن معدل انتقال الحرارة من الجسم الأول إلى الثاني ..... معدل انتقال الحرارة من الجسم الثاني إلى الأول.
Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أصغر من

(١٢) اختر: عند حدوث الاتزان الحراري بين أي جسمين متلامسين فإن درجة حرارة الجسم الأول ..... درجة حرارة الجسم الثاني.
Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

مقاييس الحرارة « أجهزة قياس الحرارة »

عملها
• يُجْعَل الأنبوب الزجاجي لمقياس الحرارة ملامسًا للجسم الساخن. • تتصادم جزيئات الجسم الساخن بجزيئات زجاج مقياس الحرارة فتنتقل الطاقة من الجسم الساخن إلى زجاج مقياس الحرارة عن طريق عملية التوصيل. • عند الاتزان الحراري بين مقياس الحرارة والجسم يسجل المقياس درجة حرارة الجسم.

أنواعها	• مقاييس الحرارة المنزلية: يتمدد الكحول الملون مشيراً إلى درجة الحرارة. • مقاييس الحرارة السائلة ـ البلورية: يتغير لون البلورة بتغير ترتيب السوائل البلورية مشيراً إلى درجة الحرارة. • مقاييس الحرارة الطبية: تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة. • مقاييس الحرارة في محركات المركبات: تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة.

(١٣) اختر: تنتقل الطاقة من الجسم الساخن إلى مقياس الحرارة الملامس له عن طريق ..

Ⓐ التوصيل. Ⓑ الحمل. Ⓒ الإشعاع.

(١٤) اختر: عند الاتزان الحراري بين مقياس الحرارة والجسم الملامس له فإن درجة حرارة مقياس الحرارة ..... درجة حرارة الجسم.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(١٥) اختر: تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة في مقاييس الحرارة ..

Ⓐ المنزلية. Ⓑ السائلة ـ البلورية. Ⓒ الطبية.

(١٦) ضع ✓ أو ✗ : في مقاييس الحرارة السائلة ـ البلورية يتغير لون البلورة بتغير درجة الحرارة.

أمثلة

38 ص166: هل جميع الجزيئات أو الذرات في السائل لها السرعة نفسها؟

الحل: لا؛ ليس لها السرعة نفسها وإنما لها مدى واسع من قيم الطاقة والسرعة.

37 ص166: هل توجد درجة حرارة للفراغ؟

الحل: لا توجد درجة حرارة للفراغ لعدم وجود جزيئات فيه.

الدرس ٣٦ : قياس درجة الحرارة

أنظمة قياس درجة الحرارة

أنواعها

النظام	الوحدة	درجة تجمد الماء	درجة غليان الماء عند مستوى سطح البحر
سلسيوس	°C	0	100
فهرنهايت	F	32	212
كلفن	K	273	373

حدود درجات الحرارة

لدرجات الحرارة في الكون مدى واسع ..

- لا يوجد حد أعلى لدرجات الحرارة.
- يوجد حد أدنى لدرجات الحرارة يسمى الصفر المطلق ويساوي −273 °C .

فائدة

عند تبريد غاز مثالي إلى درجة الصفر المطلق ..

- تتلاشى الفراغات بين الذرات.
- حجم الغاز المثالي مساوٍ لحجم ذرات هذا الغاز.
- تفقد ذرات الغاز المثالي طاقتها كاملة.

تعليل

في المسائل العلمية والهندسية يستعمل مقياس سلسيوس بدلاً من مقياس كلفن ؛ علل ؛ لاحتواء مقياس سلسيوس على درجات حرارة سالبة مما يوحي بأن طاقة الحركة سالبة وهذا مستحيل

فائدة

يمكن الوصول إلى درجات الحرارة المنخفضة جداً من خلال جعل الغازات سائلة

العلاقة الرياضية

$$T_K = T_C + 273$$

T_K درجة الحرارة حسب مقياس كلفن [K]

T_C درجة الحرارة حسب مقياس سلسيوس [°C]

(١) ضع ✓ أو × : لا يوجد حد أعلى لدرجات الحرارة في الكون.

(٢) اختر: لا يوجد درجة حرارة أقل من درجة ..

Ⓐ الصفر المطلق. Ⓑ الصفر المئوي. Ⓒ الصفر الفهرنهيتي.

(٣) اختر: عند تبريد الغاز المثالي إلى درجة الصفر المطلق فإن حجم الغاز ..... حجم ذراته.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أصغر من

(٤) اختر: تفقد ذرات الغاز طاقتها كاملة عند درجة ..

Ⓐ الصفر المطلق. Ⓑ الصفر المئوي. Ⓒ الصفر الفهرنهيتي.

أمثلة

10 ص149: حول درجات الحرارة الآتية لأنظمة القياس المشار إليها ..

(a) 5 °C إلى كلفن. (b) 34 K إلى السلسيوس. (c) 212 °C إلى كلفن. (d) 316 K إلى السلسيوس.

الحل:

(a) التحويل من سلسيوس إلى كلفن ..

$$T_K = T_C + 273 = 5 + 273 = \boxed{278\ K}$$

(b) التحويل من كلفن إلى سلسيوس ..

$$T_K = T_C + 273 \Rightarrow T_C = T_K - 273 = 34 - 273 = \boxed{-239\ ^\circ C}$$

(c) التحويل من سلسيوس إلى كلفن ..

$$T_K = T_C + 273 = 212 + 273 = \boxed{485\ K}$$

(d) التحويل من كلفن إلى سلسيوس ..

$$T_K = T_C + 273 \Rightarrow T_C = T_K - 273 = 316 - 273 = \boxed{43\ ^\circ C}$$

1 ص142: حوّل درجات الحرارة الآتية من نظام كلفن إلى نظام سلسيوس ..

(a) 115 K . (b) 425 K .

11 ص149: حوّل درجات الحرارة الآتية من نظام سلسيوس إلى نظام كلفن ..

(a) 8 °C . (b) −184 °C .

الدرس ٣٧ : تدفق الطاقة الحرارية

الحرارة

تعريفها	{ الطاقة التي تتدفق من الجسم الساخن إلى الجسم البارد تلقائيًا }
إشارتها	+ إذا امتص الجسم حرارة ، − إذا بعث الجسم الحرارة
فائدة	لا تنتقل الحرارة تلقائيًا من الجسم البارد إلى الجسم الساخن أبدًا
طرق انتقال الحرارة	طريقة انتقال الحرارة: التوصيل الحراري، الحمل الحراري، الإشعاع الحراري الوسط الناقل: المواد الصلبة، السوائل والغازات، الفراغ
التوصيل الحراري	{ عملية نقل الطاقة الحركية عند تصادم الجزيئات بعضها ببعض }
كيف يحدث؟	عند تسخين طرف قضيب معدني فإن الطرف الآخر للقضيب يسخن أيضًا ؛ علل ؛ بسبب انتقال الطاقة الحرارية عند تصادم الجزيئات المتلامسة بعضها ببعض
الحمل الحراري	{ حركة المائع في السائل أو الغاز بسبب اختلاف درجات الحرارة }
كيف يحدث؟	عند وضع دورق ماء على اللهب .. • تَسْخُن جزيئات الماء فيخف وزنها وترتفع لأعلى. • تنزل الجزيئات الباردة لتحل محل الجزيئات الساخنة. • تتدفق الحرارة بين الماء الساخن الصاعد والماء البارد النازل.
الإشعاع الحراري	{ انتقال الطاقة الحرارية بوساطة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ }
من نواتج الحمل الحراري	• للغازات في الغلاف الجوي: الاضطرابات الجوية ومثالها العواصف الرعدية. • للتيارات المائية في المحيطات: التغير في أنماط الطقس.

(١) اكتب المصطلح العلمي: الطاقة التي تتدفق من الجسم الساخن إلى الجسم البارد تلقائيًا.

(٢) ضع ✓ أو × : تنتقل الحرارة تلقائيًا من الجسم البارد إلى الجسم الساخن.

(٣) اختر: إذا امتص الجسم حرارة فإن كمية الحرارة ..

Ⓐ سالبة. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبة.

(٤) اختر: تنتقل الحرارة بطريقة الحمل الحراري في ..
Ⓐ المواد الصلبة. Ⓑ السوائل والغازات. Ⓒ الفراغ.

(٥) اختر: لا تحتاج الحرارة إلى وسط ناقل عند انتقالها بطريقة ..
Ⓐ التوصيل الحراري. Ⓑ الحمل الحراري. Ⓒ الإشعاع الحراري.

(٦) اكتب المصطلح العلمي: عملية نقل الطاقة الحركية عند تصادم الجزيئات بعضها ببعض.

(٧) اكتب المصطلح العلمي: حركة المائع في السائل أو الغاز بسبب اختلاف درجات الحرارة.

(٨) اكتب المصطلح العلمي: انتقال الطاقة الحرارية بوساطة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ.

(٩) اختر: الاضطرابات الجوية في الغلاف الجوي تنتج عن ..
Ⓐ التوصيل الحراري. Ⓑ الحمل الحراري. Ⓒ الإشعاع الحراري.

الحرارة النوعية

تعريفها	{ كمية الطاقة التي يجب أن تكتسبها المادة لترتفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة درجة واحدة }
فائدة	تزداد درجة حرارة الجسم عند تدفق الحرارة إليه وتعتمد الزيادة على .. • حجم الجسم. • طبيعة المادة التي يتكوّن منها الجسم.
تعليل	تعمل الشمس على تسخين رمل الشاطئ وماء البحر معًا إلا أن رمل الشاطئ يسخن أسرع من ماء البحر ؛ علل ؛ لأن الحرارة النوعية للرمل أقل منها للماء

(١٠) اكتب المصطلح العلمي: كمية الطاقة التي يجب أن تكتسبها المادة لترتفع درجة حرارة وحدة الكتل منها درجة واحدة.

(١١) ضع ✓ أو × : الزيادة في درجة حرارة الجسم عند تدفق الحرارة إليه تعتمد على حجم الجسم.

الدرس ٢٨ : الطاقة الحرارية

الطاقة الحرارية المكتسبة والمفقودة

العوامل المؤثرة فيها	• كتلة الجسم. • التغير في درجة حرارة الجسم. • الحرارة النوعية لمادة الجسم.	
العلاقة الرياضية	$Q = mC(T_f - T_i)$	Q الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة [J] m كتلة الجسم [kg] C الحرارة النوعية للمادة [J/kg. K] T_f درجة الحرارة النهائية [K] T_i درجة الحرارة الابتدائية [K]
	تنبيه: كل تغير بمقدار 1 K يساوي تغيراً بمقدار 1 °C .	
تكاليف استخدام الطاقة الكهربائية	$\text{تكاليف الاستخدام} = \frac{Q \times \text{السعر}}{3.6 \times 10^6}$	تكاليف الاستخدام [ريال] Q الطاقة الحرارية [J] السعر [ريال]

(١) اختر: الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة من الجسم تعتمد على ..
Ⓐ طول الجسم. Ⓑ طريقة انتقال الحرارة إلى الجسم. Ⓒ الحرارة النوعية لمادة الجسم.

المسعر

تعريفه	{ أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقة الحرارية }
استخداماته	• قياس التغير في الطاقة الحرارية. • قياس التفاعلات الكيميائية. • قياس محتوى الأطعمة من الطاقة.
مبدأ عمله	مبدأ حفظ الطاقة في النظام المغلق والمعزول
مبدأ حفظ الطاقة	{ تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم الأول مضافًا إليها الطاقة الحرارية للجسم الثاني مقدارًا ثابتًا }
العلاقة الرياضية	$E_A + E_B = \text{ثابت}$ E_A الطاقة الحرارية للجسم A [J] E_B الطاقة الحرارية للجسم B [J]

(٢) اكتب المصطلح العلمي: أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقة الحرارية.
(٣) املأ الفراغ: جهاز يستخدم لقياس محتوى الأطعمة من الطاقة يسمى ..... .

(٤) ضع ✓ أو × : يعتمد مبدأ عمل المسعر على مبدأ حفظ الطاقة في النظام المغلق والمعزول.

(٥) اكتب للمصطلح العلمي: تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم الأول مضافًا إليها الطاقة الحرارية للجسم الثاني مقدارًا ثابتًا.

أمثلة

3 ص145: عندما تفتح صنبور الماء الساخن لغسل الأواني فإن أنابيب المياه تسخن؛ ما مقدار كمية الحرارة التي يمتصها أنبوب ماء نحاسي كتلته 2.3 kg وحرارته النوعية 385 J/kg.°C عندما ترتفع درجة حرارته من 20 °C إلى 80 °C ؟

الحل:

$$Q = mC(T_f - T_i) = (2.3)(385)(80-20) = 53130\ J$$

51 ص166: يمتص قالب من المعدن كتلته 5×10^{2} g كمية من الحرارة مقدارها 5016 J عندما تتغير درجة حرارته من 20 °C إلى 30 °C ؛ احسب الحرارة النوعية للمعدن.

الحل:

$$Q = mC(T_f - T_i) \Rightarrow C = \frac{Q}{m(T_f - T_i)} = \frac{5016}{5\times10^{2}\times10^{-3}(30-20)}$$

(g $\xrightarrow{\times10^{-3}}$ kg)

$$\therefore C = 1003.2\ J/kg.°C$$

5 ص145: تبيع شركات الكهرباء الطاقة الكهربائية بوحدة kWh حيث 1 kWh=3.6×10^{6} J ؛ إذا كان ثمن كل 1 kWh يساوي 0.15 ريال فما تكلفة تسخين 75 kg ماء من درجة حرارة 15 °C إلى 43 °C ؟ إذا علمت أن الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg.°C .

الحل: نحسب الطاقة الحرارية ثم نحسب تكاليف الاستخدام ..

$$Q = mC(T_f - T_i) = (75)(4180)(43-15) = 7837500\ J$$

$$\text{تكاليف الاستخدام} = \frac{\text{السعر}\times Q}{3.6\times10^{6}} = \frac{7837500\times0.15}{3.6\times10^{6}} = 0.326 \text{ ريال}$$

1 ص144: إذا تمّ تسخين مقلاة من الحديد الصلب كتلتها 5.1 kg من درجة حرارة 295 K إلى درجة حرارة 450 K فما مقدار الحرارة المنتقلة للحديد؟ علمًا أن الحرارة النوعية للحديد 450 J/kg.K .

الجواب النهائي: 3.6×10^{5} J .

الدرس ٢٩ : الاتزان الحراري

الاتزان الحراري

فائدة	نظام مغلق ومعزول مكون من جسمين متلامسين الأول ساخن والآخر بارد .. • تتدفق الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد فتنقص طاقة الأول وتزيد طاقة الثاني بالمقدار نفسه. • التغير في طاقة الجسم الساخن سالب والتغير في طاقة الجسم البارد موجب. • الطاقة الكلية للنظام ثابتة. • تنقص درجة حرارة الجسم الساخن وتزيد درجة حرارة الجسم البارد. • عند الاتزان درجة الحرارة النهائية للجسم الأول تساوي درجة الحرارة النهائية للجسم الثاني وتساوي درجة الحرارة النهائية النظام.
درجة الحرارة النهائية للنظام عند الاتزان	$T_f = \frac{m_A C_A T_A + m_B C_B T_B}{m_A C_A + m_B C_B}$ لجسمين من النوع نفسه وهما الكتلة نفسها .. $T_f = \frac{T_A + T_B}{2}$ T_f درجة الحرارة النهائية للنظام [K] B ، A الجسمين المتلامسين m كتلة الجسم [kg] C الحرارة النوعية للمادة [J/kg.K] T درجة حرارة الجسم [K]
فائدة	تقسم الحيوانات اعتماداً على درجة حرارة أجسامها إلى .. • متغيرة درجة الحرارة: تتغير درجة حرارة أجسامها تبعاً للبيئة المحيطة مثل السحلية. • ثابتة درجة الحرارة: تتحكم في درجة حرارة أجسامها داخلياً مثل الثدييات.

(١) اختر: عند تلامس جسم ساخن مع آخر بارد فإن التغير في طاقة الجسم البارد يكون ..

Ⓐ موجباً. Ⓑ صفراً. Ⓒ سالباً.

(٢) ضع ✓ أو ✗ : عند تلامس جسم ساخن مع آخر بارد طاقة النظام الكلية تنقص.

(٣) اختر: درجة الحرارة النهائية لجسمين متلامسين ..... درجة حرارة النظام النهائية.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(٤) اختر: الحيوانات التي تتحكم بدرجة حرارة أجسامها داخلياً تسمى ..... درجة الحرارة.

Ⓐ متغيرة Ⓑ منخفضة Ⓒ ثابتة Ⓓ مرتفعة

أمثلة

6 ص148: إذا خلطت عينة ماء كتلتها 2×10^{2} g ودرجة حرارتها 80 °C مع عينة ماء كتلتها 2×10^{2} g ودرجة حرارتها 10 °C فما درجة الحرارة النهائية للخليط؟

الحل:

$$T_f=\frac{T_A+T_B}{2}=\frac{80+10}{2}=45\ ^\circ C$$

« لأن العينتين من النوع نفسه ولهما الكتلة نفسها »

7 ص148: خلطت عينة ميثانول كتلتها 4×10^{2} g ودرجة حرارتها 16 °C مع عينة ماء كتلتها 4×10^{2} g ودرجة حرارتها 85 °C ؛ ما درجة الحرارة النهائية للخليط؟ علماً أن الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg.°C وللميثانول 2450 J/kg.°C .

الحل:

$$T_f=\frac{m_AC_AT_A+m_BC_BT_B}{m_AC_A+m_BC_B}$$

$$=\frac{4\times10^{2}\times10^{-3}\times2450\times16+4\times10^{2}\times10^{-3}\times4180\times85}{4\times10^{2}\times10^{-3}\times2450+4\times10^{2}\times10^{-3}\times4180}=59.5\ ^\circ C$$

$\text{g}\xrightarrow{\times10^{-3}}\text{kg}$

40 ص166: إذا تدفقت الحرارة من جسم ساخن ملامس لجسم بارد فهل يحدث للجسمين التغير نفسه في درجات الحرارة؟

الحل: لا؛ لأن التغير يعتمد على الحرارة النوعية لكل منهما وكتلة كل منهما.

49 ص166: أسقط قالبان من الرصاص لهما درجة الحرارة نفسها في كأسين متماثلين من الماء متساويتين في درجة الحرارة؛ فإذا كانت كتلة القالب الأول ضعف كتلة القالب الثاني فهل يكون لكأسي الماء درجات الحرارة نفسها بعد الوصول إلى حالة الاتزان الحراري؟ وضح ذلك.

الحل: طاقة القالب الأول ضعف طاقة القالب الثاني لأن كتلته أكبر لذلك لا يكون لكأسي الماء درجة الحرارة نفسها عند الوصول إلى حالة الاتزان الحراري.

2 ص147: مسعر يحوي ماءً كتلته 0.5 kg عند درجة حرارة 15 °C ؛ فإذا وضع قالب من الخارصين كتلته 0.04 kg عند درجة حرارة 115 °C في الماء فما درجة الحرارة النهائية للنظام؟ إذا كانت الحرارة النوعية للخارصين 388 J/kg.°C والحرارة النوعية للماء 4180 J/kg.°C .

الجواب النهائي: 16 °C .

الدرس ٣٠ : تغيرات حالة المادة

تغير حالة المادة

تعريفه	{ تغير الشكل والطريقة التي تُخَزَّنُ الذراتُ بوساطتها الطاقة الحرارية }
حالات المادة	• الصلبة. • السائلة. • الغازية.
درجة الانصهار	{ درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة }
درجة الغليان	{ درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية }
فائدة	أثناء عملية تغير حالة المادة فإن الطاقة الحرارية المكتسبة .. • تعمل على التغلب على القوى التي تربط الجزيئات بعضها ببعض. • لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فتبقى درجة الحرارة ثابتة.
تعليلان	• أثناء عملية انصهار المادة الصلبة تبقى درجة الحرارة ثابتة ؛ علل ؛ لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات. • أثناء عملية غليان المادة السائلة تبقى درجة الحرارة ثابتة ؛ علل ؛ لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات.
فائدتان	• يعد تحول المادة الصلبة كليًا إلى سائل فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة السائل. • يعد تحول المادة السائلة كليًا إلى بخار فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة البخار.

(١) اكتب المصطلح العلمي: تغير الشكل والطريقة التي تُخَزَّنُ الذراتُ بوساطتها الطاقة الحرارية.

(٢) اختر: درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ..
Ⓐ درجة الانصهار. Ⓑ درجة التجمد. Ⓒ درجة الغليان. Ⓓ درجة التكاثف.

(٣) اختر: درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ..
Ⓐ درجة الانصهار. Ⓑ درجة التجمد. Ⓒ درجة الغليان. Ⓓ درجة التكاثف.

(٤) ضع ✓ أو × : أثناء عملية انصهار المادة الصلبة فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تعمل على التغلب على القوى التي تربط الجزيئات بعضها ببعض.

(٥) اختر: أثناء عملية انصهار المادة الصلبة درجة الحرارة ..

Ⓐ تزداد. Ⓑ تبقى ثابتة. Ⓒ تنقص.

(٦) اختر: بعد تحول المادة الصلبة كليًا إلى سائل فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى ..... الطاقة الحركية لجزيئات السائل.

Ⓐ زيادة Ⓑ ثبات Ⓒ نقص

(٧) اختر: الطاقة المضافة بعد تحول المادة كليًا إلى بخار تؤدي إلى ..... درجة حرارة البخار.

Ⓐ زيادة Ⓑ ثبات Ⓒ نقص

الحرارة الكامنة للانصهار

تعريفها	{ كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصهار }	
العلاقة الرياضية	$Q = mH_f$	Q الحرارة اللازمة لصهر الكتلة الصلبة [J] m الكتلة الصلبة من المادة [kg] H_f الحرارة الكامنة لانصهار المادة الصلبة [J/kg]
فوائد	• الحرارة الكامنة للانصهار ثابتة للمادة الواحدة. • الحرارة المفقودة عند التجمد = – الحرارة المكتسبة عند الانصهار. • الإشارة السالبة تشير إلى أن الحرارة تنتقل من المادة إلى المحيط الخارجي.	

(٨) اكتب المصطلح العلمي: كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصهار.

(٩) ضع ✓ أو ✗ : الحرارة الكامنة للانصهار ثابتة لجميع المواد.

(١٠) اختر: إذا علمت أن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد = 3.34×10^5 J/kg فإن الحرارة اللازمة لتجمد 1 kg من الماء بوحدة J/kg تساوي ..

Ⓐ -6.68×10^5 . Ⓑ 6.68×10^5 . Ⓒ 3.34×10^5 . Ⓓ -3.34×10^5 .

أمثلة

41 ص166: هل تستطيع إضافة طاقة حرارية إلى جسم دون زيادة درجة حرارته؟ فسر ذلك.

الحل: نعم؛ لأن الطاقة الحرارية المضافة خلال تغير حالة الجسم؛ انصهار أو تبخر؛ لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فلا تزداد درجة حرارته.

42 ص166: عندما يتجمد الشمع؛ هل يمتص طاقة أم يبعث طاقة؟

الحل: يبعث طاقة تعادل مقدار الطاقة التي يمتصها عندما ينصهر.

47 ص166: سخنت كتلتان متساويتان من الألمنيوم والرصاص بحيث أصبحتا عند درجة الحرارة نفسها ثم وضعت القطعتان على لوحين متماثلين من الجليد؛ أيهما يصهر جليداً أكثر؟ وضح ذلك

الحل: الألمنيوم يصهر جليداً أكثر؛ لأن حرارته النوعية أكبر فيكتسب طاقة حرارية أكبر.

58 ص167: كانت إحدى طرق التبريد قديمًا تقتضي استخدام لوح من الجليد كتلته 20 kg في صندوق الجليد المنزلي؛ فإذا كانت درجة حرارة الجليد عند استلامه 0 °C فما مقدار الحرارة التي يمتصها القالب أثناء انصهاره؟ علمًا أن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد 3.34×10^5 J/kg .

الحل:

$$Q = mH_f = (20)(3.34\times10^5) = 6.6810^6\ J$$

19 ص154: ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لتحويل كتلة من الجليد مقدارها 1×10^2 g ودرجة حرارتها 20 °C− إلى ماء درجة حرارته 0 °C ؟ إذا علمت أن الحرارة النوعية للجليد 2060 J/kg.°C والحرارة الكامنة لانصهار الجليد 3.34×10^5 J/kg .

الحل:

أولاً: لحسب مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجليد ..

$$Q_1 = mC(T_f - T_i) = 1\times10^2\times10^{-3} \times 2060[0-(-20)] = 4120\ J$$

$g \xrightarrow{\times10^{-3}} kg$

ثانيًا: لحسب مقدار الحرارة الكامنة لانصهار الجليد ..

$$Q_2 = mH_f = 1\times10^2\times10^{-3} \times 3.34\times10^5 = 3.34\times10^4\ J$$

ثالثًا: لحسب مقدار الحرارة الكلية ..

$$Q = Q_1 + Q_2 = 4120 + 3.34\times10^4 = 37520\ J$$

3 ص153: افترض أنك تخيم في الجبال وتحتاج إلى صهر 1.5 kg من الثلج عند درجة حرارة 0 °C وتسخينه إلى درجة حرارة 70 °C لصنع شراب ساخن؛ ما مقدار الحرارة التي يتطلبها ذلك إذا كانت الحرارة الكامنة لانصهار الجليد 3.34×10^5 J/kg والحرارة النوعية للماء 4180 J/kg ؟

الجواب النهائي: 9.4×10^5 J .

الدرس ٣١ : الحرارة الكامنة للتبخر

أساسيات عن الحرارة الكامنة للتبخر

تعريفها	{ كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان }	
فائدة	ميل العلاقة البيانية بين درجة حرارة المادة والحرارة التي تكتسبها هو مقلوب الحرارة النوعية للمادة	
العلاقة الرياضية	$Q = mH_v$	Q الحرارة اللازمة لتبخير السائل [J] m كتلة السائل [kg] H_v الحرارة الكامنة لتبخير السائل [J/kg]
فائدتان	• الحرارة المفقودة عند التكثف = – الحرارة المكتسبة عند التبخر. • الإشارة السالبة تشير إلى أن الحرارة تنتقل من المادة إلى المحيط الخارجي.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان.

(٢) اختر: ميل العلاقة البيانية بين درجة حرارة المادة والحرارة التي تكتسبها هو ..

Ⓐ الحرارة النوعية. Ⓑ مقلوب الحرارة النوعية. Ⓒ الحرارة الكامنة للتبخر.

أمثلة

48 ص166: لماذا يشعر الشخص ببرودة السوائل سريعة التبخر على الجلد؟

الحل: لأنها تمتص الطاقة اللازمة للتبخر من الجلد فتنخفض درجة حرارة الجلد.

43 ص166: فسر لماذا يبقى الماء في القربة المحاطة بقماش رطب باردًا أكثر من حالة عدم وجود قماش؟

الحل: يمتص القماش الرطب الحرارة اللازمة لتبخره فتنخفض درجة حرارة الماء في القربة.

20 ص154: إذا سخنت عينة ماء كتلتها 2×10^{3} g ودرجة حرارتها 60 °C فأصبحت بخارًا درجة حرارته 140 °C فما مقدار كمية الحرارة الممتصة؟ إذا علمت أن الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg والحرارة النوعية لبخار الماء 2020 J/kg والحرارة الكامنة للتبخر 2.26×10^{6} J/kg .

الحل:

أولاً: نحسب مقدار الحرارة اللازمة لتسخين الماء ..

$$Q_1 = mC(T_f - T_i) = 2\times10^{2}\times10^{-3} \times 4180(100 - 60) = 33440\ J$$

$\text{g} \xrightarrow{\times10^{-3}} \text{kg}$

ثانيًا: نحسب مقدار الحرارة اللازمة لتبخر الماء ..

$$Q_2 = mH_v = 2\times10^{2}\times10^{-3} \times 2.26\times10^{6} = 452000\ J$$

ثالثًا: نحسب مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة البخار ..

$$Q_3 = mC(T_f - T_i) = 2\times10^{2}\times10^{-3} \times 2020(140 - 100) = 16160\ J$$

رابعًا: نحسب مقدار الحرارة الكلية ..

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 33440 + 452000 + 16160 = 501600\ J$$

59 ص167: كثفت عينة من الكلوروفورم كتلتها 40 g من بخار عند درجة 61.6 °C إلى سائل عند درجة 61.6 °C فانبعثت حرارة بمقدار 9870 J ما الحرارة الكامنة لتبخر الكلوروفورم؟

الحل:

$$Q = mH_v \quad \Rightarrow \quad H_v = \frac{Q}{m} = \frac{9870}{40\times10^{-3}} = 246750\ J/kg$$

$\text{g} \xrightarrow{\times10^{-3}} \text{kg}$

الدرس ٣٢ : قوانين الديناميكا الحرارية

القانون الأول للديناميكا الحرارية

تعريفه	{ التغير في الطاقة الحرارية لجسم يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحًا منه الشغل الذي يبذله الجسم }	
العلاقة الرياضية	$\Delta U = Q - W$	ΔU التغير في الطاقة الحرارية [J] Q الحرارة المضافة [J] W الشغل الذي يبذله الجسم [J]
فائدة	يُعَد القانون الأول للديناميكا الحرارية صياغة أخرى لقانون حفظ الطاقة	
قانون حفظ الطاقة	{ الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتغير من شكل إلى آخر }	
أمثلة على تحولات الطاقة	• المضخة اليدوية: تحول الطاقة الميكانيكية في المكبس إلى طاقة حرارية للغاز. • محمصة الخبز: تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: التغير في الطاقة الحرارية لجسم يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحًا منه الشغل الذي يبذله الجسم.

(٢) اختر: يُعد القانون الأول للديناميكا الحرارية صياغة أخرى لقانون ..

Ⓐ حفظ الشحنة. Ⓑ حفظ الطاقة. Ⓒ حفظ الزخم.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتغير من شكل إلى آخر.

(٤) اختر: المضخة اليدوية تحول الطاقة الميكانيكية في المكبس إلى ..

Ⓐ طاقة حرارية للغاز. Ⓑ طاقة حركية للغاز. Ⓒ طاقة ميكانيكية للغاز.

(٥) املأ الفراغ: محمصة الخبز تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ..... .

أمثلة

22 ص157: بالون غاز يمتص [75 من الحرارة؛ فإذا تمدد البالون وبقي عند درجة الحرارة نفسها فما مقدار الشغل الذي بذله البالون أثناء تمدده؟

الحل:

$\Delta U = 0 \rightarrow W = Q = 75\ J$ « بقي البالون عند درجة الحرارة نفسها »

23 ص157: يثقب مثقب كهربائي فجوة صغيرة في قالب من الألمنيوم كتلته 0.4 kg فيسخن الألمنيوم بمقدار 5 °C ؛ ما مقدار الشغل الذي يبذله المثقب؟ علمًا أن الحرارة النوعية للألمنيوم 897 J/kg.°C .

الحل:

$$W = Q = mC\Delta T = (0.4)(897)(5) = 1749\ J$$

25 ص157: عندما تحرك كوبًا من الشاي تبذل شغلاً مقداره 0.05 J في كل مرة تحرك فيها الملعقة بصورة دائرية؛ كم مرة يجب أن تحرك الملعقة لترفع درجة حرارة كوب الشاي الذي كتلته 0.15 kg بمقدار 2 °C ؟ علمًا أن الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg.°C .

الحل: نحسب الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الشاي ثم نحسب عدد مرات تحريك الملعقة ..

$$W = Q = mC\Delta T = (0.15)(4180)(2) = 1254\ J$$

$$n = \frac{1254}{0.05} = 25080$$

الدرس ٣٣ : المحرك الحراري

المحرك الحراري

تعريفه	{ أداة تُحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة }	
عمله	• يمتص الحرارة من المستودع الساخن « مصدر ذو درجة حرارة مرتفعة ».	
	• يحول جزء من الطاقة الحرارية الممتصة إلى شغل.	
	• يطرد المتبقي من الحرارة إلى المستودع البارد « مستقبِل ذو درجة حرارة منخفضة ».	
من أمثلته	محرك الاحتراق الداخلي « محرك السيارة »	
دورة محرك الاحتراق الداخلي	• يشتعل بخار البنزين المخلوط بالهواء لإنتاج شعلة ذات درجة حرارة عالية.	
	• تتدفق الحرارة من اللهب إلى الهواء داخل الأسطوانة.	
	• يتمدد الهواء دافعًا المكبس ومحولاً الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية.	
	• يُطرد الهواء الحار ويحل محله هواء جديد ويعود المكبس إلى أعلى الأسطوانة.	
توضيح	الطاقة الحرارية الناتجة عن الاشتعال في محرك السيارة لا تتحول كلها إلى طاقة ميكانيكية حيث أن جزءاً منها ينتقل إلى خارج المحرك ولا يتحول إلى شغل	
فائدة	التغير في الطاقة الداخلية لمحرك السيارة عندما يعمل بصورة دائمة = صفرًا	
كفاءة المحرك الحراري	{ النسبة بين الشغل الناتج وكمية الحرارة الداخلة }	
العلاقات الرياضية	$\text{كفاءة المحرك} = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$	W الشغل الناتج [J] Q_H كمية الحرارة الداخلة [J]
	$\text{الحرارة الضائعة} = Q_H - W$	الحرارة الضائعة [J]
تعليل	لا تصل كفاءة المحرك الحراري إلى 100% « علل » لوجود حرارة مفقودة دائمًا	

(١) اكتب المصطلح العلمي: أداة تُحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة.

(٢) ضع ✓ أو × : المحرك الحراري يمتص الحرارة من المستودع البارد ويطردها إلى المستودع الساخن.

(٣) ضع ✓ أو × : محرك الاحتراق الداخلي من الأمثلة على المحرك الحراري.

(٤) اختر: التغير في الطاقة الداخلية لمحرك السيارة عندما يعمل بصورة دائمة ..

Ⓐ أكبر من صفر. Ⓑ يساوي صفرًا. Ⓒ أقل من صفر.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: النسبة بين الشغل الناتج وكمية الحرارة الداخلة.

المُبرِّدات « الثلاجات »

تعريفها	{ أداة تعمل على انتزاع الطاقة الحرارية من الجسم الأبرد وإضافتها إلى الجسم الأسخن ببذل شغل معين }
عملها	• تعمل الطاقة الكهربائية على تشغيل المحرك فيبذل شغلاً على الغاز فيضغطه. • يمر الغاز داخل المُبرِّدة فيتبخر بعد أن يمتص الطاقة الحرارية منها. • ينتقل الغاز بوساطة الضاغط إلى ملفات التكثيف خلف المُبرِّدة فيبرد الغاز ويتحول إلى سائل حيث تنتقل الحرارة المفقودة منه إلى الهواء في الغرفة. • يعود السائل إلى داخل المُبرِّدة وتتكرر هذه العملية.
المضخة الحرارية	{ أداة تعمل في الاتجاهين تستخدم الطاقة الميكانيكية لنقل الحرارة من الحيز الذي درجة حرارته أقل إلى الحيز الذي درجة حرارته أكبر }
عملها	• في الصيف: تنتزع الحرارة من المنزل وتطردها إلى الخارج فيبرد المنزل. • في الشتاء: تنتزع الحرارة من الهواء البارد في الخارج وتنقلها إلى داخل المنزل لتدفئته.
تعليل	تعدّ المضخة الحرارية مُبرِّدًا يعمل في اتجاهين « علل » لتبريدها المنزل صيفًا وتدفئته شتاءً

(٦) اكتب المصطلح العلمي: أداة تعمل على انتزاع الطاقة الحرارية من الجسم الأبرد وإضافتها إلى الجسم الأسخن ببذل شغل معين.

(٧) اكتب المصطلح العلمي: أداة تعمل في اتجاهين تستخدم الطاقة الميكانيكية لنقل الحرارة من الحيز الذي درجة حرارته أقل إلى الحيز الذي درجة حرارته أكبر.

أمثلة

64 ص168: احسب كفاءة محرك ينتج 2200 J/s عندما يحرق من البنزين ما يكفي لإنتاج 5300 J/s ، وما مقدار كمية الحرارة الضائعة التي ينتجها المحرك كل ثانية؟

الحل:

أولاً: كفاءة المحرك ..

$$\text{كفاءة المحرك} = \frac{W}{Q_H} \times 100\% = \frac{2200}{5300} \times 100\% = 41.5\%$$

ثانيًا: مقدار كمية الحرارة الضائعة ..

$$\text{الحرارة الضائعة} = Q_H - W = 5300 - 2200 = 3100\ J/s$$

الدرس ٣٤ : القانون الثاني للديناميكا الحرارية

الإنتروبي

تعريفه	{ مقياس للفوضى « العشوائية » في النظام }	
فوائد	• يزداد الإنتروبي عند إضافة حرارة إلى الجسم. • يتقص الإنتروبي عند نزع حرارة من الجسم. • لا يتغير الإنتروبي إذا بَذَل الجسم شغلاً دون أن تتغير درجة الحرارة.	
التغير في الإنتروبي	{ مقدار الحرارة المضافة إلى جسم مقسومة على درجة حرارة ذلك الجسم }	
العلاقة الرياضية	$\Delta S = \frac{Q}{T}$	ΔS التغير في الإنتروبي [J/K] Q كمية الحرارة المضافة إلى الجسم [J] T درجة حرارة الجسم [K]

(١) اكتب المصطلح العلمي: مقياس للفوضى « العشوائية » في النظام.

(٢) اختر: عند إضافة حرارة إلى الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ يتقص. Ⓒ لا يتغير.

(٣) اختر: عند نزع حرارة من الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ يتقص. Ⓒ لا يتغير.

(٤) اختر: عندما يبذل الجسم شغلاً ولم تتغير درجة حرارة الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ يتقص. Ⓒ لا يتغير.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: مقدار الحرارة المضافة إلى جسم مقسومة على درجة حرارة ذلك الجسم.

القانون الثاني للديناميكا الحرارية

نصه	{ العمليات الطبيعية تجري في اتجاه المحافظة على الإنتروبي الكلي للكون أو زيادته }
فائدة	إذا لم يُتَّخَذ إجراء يحافظ على انتظام الأشياء وترتيبها فإنها ستصبح أكثر عشوائية

(٦) اكتب المصطلح العلمي: العمليات الطبيعية تجري في اتجاه المحافظة على الإنتروبي الكلي للكون أو زيادته.

أجوبة الفصل الخامس

الأجوبة

الدرس ٢٥	(١) الطاقة الحرارية.	(٧) ×	(١٣) Ⓐ
	(٢) حركة خطية ، حركة دورانية ، وضع	(٨) Ⓐ	(١٤) Ⓑ
	(٣) ✓	(٩) Ⓒ	(١٥) Ⓒ
	(٤) Ⓑ	(١٠) حالة الاتزان الحراري.	(١٦) ✓
	(٥) ✓	(١١) Ⓑ	
	(٦) Ⓒ	(١٢) Ⓑ	
الدرس ٢٦	(١) ✓ (٢) Ⓐ	(٣) Ⓑ	(٤) Ⓐ
الدرس ٢٧	(١) الحرارة.	(٥) Ⓒ	(٩) Ⓑ
	(٢) ×	(٦) التوصيل الحراري.	(١٠) الحرارة النوعية.
	(٣) Ⓒ	(٧) الحمل الحراري.	(١١) ✓
	(٤) Ⓑ	(٨) الإشعاع الحراري.	
الدرس ٢٨	(١) Ⓒ (٢) المسعر.	(٣) المسعر (٤) ✓	(٥) مبدأ حفظ الطاقة.
الدرس ٢٩	(١) Ⓐ (٢) ×	(٣) Ⓑ	(٤) Ⓒ
الدرس ٣٠	(١) تغير حالة المادة.	(٤) ✓ (٧) Ⓐ	(١٠) Ⓓ
	(٢) Ⓐ	(٥) Ⓑ (٨) الحرارة الكامنة للانصهار.	
	(٣) Ⓒ	(٦) Ⓐ (٩) ×	
الدرس ٣١	(١) الحرارة الكامنة للتبخر.		(٢) Ⓑ
الدرس ٣٢	(١) القانون الأول للديناميكا الحرارية.	(٣) قانون حفظ الطاقة.	(٥) حرارية
	(٢) Ⓑ	(٤) Ⓐ	
الدرس ٣٣	(١) المحرك الحراري.	(٣) ✓ (٥) كفاءة المحرك الحراري.	(٧) المضخة الحرارية.
	(٢) ×	(٤) Ⓑ (٦) المبردات.	
الدرس ٣٤	(١) الإنتروبي.	(٣) Ⓑ (٥) التغير في الإنتروبي.	
	(٢) Ⓐ	(٤) Ⓒ (٦) القانون الثاني للديناميكا الحرارية.	

الفصل السادس

حالات المادة

الدرس ٣٥ : الضغط والموائع ٨٦

الدرس ٣٦ : قوانين الغازات ٨٩

الدرس ٣٧ : القانون العام للغازات ٩١

الدرس ٣٨ : قانون الغاز المثالي ٩٣

الدرس ٣٩ : التمدد الحراري ٩٥

الدرس ٤٠ : القوى داخل السوائل ٩٧

الدرس ٤١ : الموائع الساكنة ١٠٠

الدرس ٤٢ : السباحة تحت الضغط ١٠٢

الدرس ٤٣ : الأجسام المغمورة والأجسام الطافية ١٠٤

الدرس ٤٤ : الموائع المتحركة ١٠٦

الدرس ٤٥ : المواد الصلبة ١٠٨

الدرس ٤٦ : التمدد الحراري للمواد الصلبة ١١٠

أجوبة الفصل السادس ١١٢

الدرس ٣٥ : الضغط والموائع

الضغط

تعريفه	{ القوة مقسومة على مساحة السطح }
العلاقة الرياضية	$P = \frac{F}{A}$ — P الضغط [Pa] F القوة [N] A مساحة السطح [m^2]
فوائد	• الضغط كمية قياسية ؛ ليس لها اتجاه . • كيلوباسكال = 1000 باسكال. • وحدة قياس الضغط باسكال ؛ $Pa = N/m^2$.
حالات المادة	صلبة ، سائلة ، غازية
الحالة الصلبة	الكتلة ثابتة ، الشكل محدد
الحالة السائلة	الكتلة ثابتة ، ليس لها شكل محدد ، للسطح العلوي شكل محدد ومستو
تعليل	ليس للسوائل شكل محدد ؛ علل ؛ لأن السائل يتدفق ليأخذ شكل الإناء الذي يحويه.
فائدة	معظم الروابط بين جزيئات السائل ضعيفة
الحالة الغازية	ليس لها شكل محدد ، ليس لها سطح محدد
تعليل	ليس للغازات شكل محدد ؛ علل ؛ لأنه يتمدد وينتشر ليملأ الحيز الذي يحويه

(١) اكتب المصطلح العلمي: القوة مقسومة على مساحة السطح.

(٢) ضع ✓ أو × : الضغط كمية قياسية.

(٣) اختر: وحدة قياس الضغط باسكال تكافئ ..

Ⓐ N/m . Ⓑ N/m^2 . Ⓒ $N.m^2$.

(٤) اختر: حالة المادة التي لها شكل ثابت ..

Ⓐ الصلبة. Ⓑ السائلة. Ⓒ الغازية.

(٥) ضع ✓ أو × : معظم الروابط بين جزيئات السائل قوية.

(٦) اختر: حالة المادة التي ليس لها سطح محدد ..

Ⓐ الصلبة. Ⓑ السائلة. Ⓒ الغازية.

الموائع

تعريفها	{ مواد سائلة أو غازية تتدفق وليس لها شكل محدد }
الغاز المثالي والغاز الحقيقي	**الغاز المثالي**: جزيئاته لا تشغل حيزاً؛ ليس لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية **الغاز الحقيقي**: جزيئاته تشغل حيزاً؛ لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية
جزيئات الغاز	• تتحرك عشوائياً. • تخضع لتصادمات مرنة بعضها ببعض. • تتحرك بسرعة عالية. • يتغير زخمها عندما ترتطم بسطح الإناء وترتد عنه.
تعليل	يتولد ضغط للغاز على سطح الإناء الذي يحتويه ؛ **علل** ؛ بسبب الدفع الذي تؤثر به التصادمات العديدة لجزيئات الغاز مع سطح الإناء

(٧) اكتب المصطلح العلمي: مواد سائلة أو غازية تتدفق وليس لها شكل محدد.

(٨) ضع ✓ أو × : جزيئات الغاز المثالي لا تشغل حيزاً.

(٩) ضع ✓ أو × : يوجد قوى تجاذب جزيئية بين جزيئات الغاز المثالي.

(١٠) اختر: حركة جزيئات الغاز ..

Ⓐ منتظمة. Ⓑ انسيابية. Ⓒ عشوائية.

(١١) اختر: تتصادم جزيئات الغاز مع سطح الإناء الذي يحتويه تصادماً ..

Ⓐ مرناً. Ⓑ شبه مرن. Ⓒ عديم المرونة.

(١٢) ضع ✓ أو × : ترتطم جزيئات الغاز بسطح الإناء فترتد عنه دون أن يتغير زخمها الخطي.

الضغط الجوي

مقداره	يؤثر غاز الغلاف الجوي بقوة تساوي 10 N في كل cm^2 من سطح الأرض عند مستوى سطح البحر ؛ $10\ N/cm^2 = 1\times10^5\ Pa$ ؛
فالتان	• ضغط الغلاف الجوي على الجسم يتعادل مع قوى الجسم المتجهة إلى الخارج. • الضغط الجوي الناتج عن أغلفة الكواكب الغازية يختلف من كوكب إلى آخر.

(١٣) ضع ✓ أو × : يؤثر غاز الغلاف الجوي بقوة تساوي 10 N في كل cm^2 من سطح الأرض عند مستوى سطح البحر.

(١٤) ضع ✓ أو × :ضغط الغلاف الجوي على الجسم يتعادل مع قوى الجسم المتجهة إلى الخارج.

(١٥) ضع ✓ أو × : جميع الكواكب لها نفس مقدار الضغط الجوي.

أمثلة

64 ص210: صندوق على شكل متوازي مستطيلات يستقر على وجهه الأكبر على طاولة؛ فإذا أُدير الصندوق بحيث يستقر على وجهه الأصغر فهل يزداد الضغط على الطاولة أم ينقص أم يبقى دون تغيير؟

الحل: يزداد الضغط؛ لأن المساحة قلت حيث العلاقة عكسية بين الضغط والمساحة.

1 ص177: إذا كان الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر يساوي 1×10^5 Pa فما مقدار القوة التي يؤثر بها الهواء عند مستوى سطح البحر على مكتب طوله 152 cm وعرضه 76 cm ؟

الحل: نحسب مساحة المكتب، ثم نحسب مقدار القوة ..

cm $\xrightarrow{\times10^{-2}}$ m

$$A = 152\times10^{-2} \times 76\times10^{-2} = 0.1155\ m^2$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (1\times10^5)(0.1155) = 1.155\times10^4\ N$$

2 ص177: يلامس إطار سيارة سطح الأرض بمساحة مستطيلة عرضها 12 cm وطولها 18 cm ؛ فإذا كان كتلة السيارة 925 kg فما مقدار الضغط الذي تؤثر به السيارة في سطح الأرض إذا استقرت ساكنة على إطاراتها الأربعة؟

الحل: نحسب مساحة الإطارات ثم نحسب وزن السيارة ثم نحسب مقدار الضغط ..

cm $\xrightarrow{\times10^{-2}}$ m

$$A = 4 \times 12\times10^{-2} \times 18\times10^{-2} = 0.0864\ m^2$$

$$F = mg = 925 \times 9.8 = 9065\ N$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{9065}{0.0864} = 104918.98\ Pa$$

75 ص211: ما مقدار القوة الرأسية الكلية أسفل الغلاف الجوي التي تؤثر في قمة رأسك إذا كانت مساحة قمة رأسك $0.025\ m^2$ والضغط الجوي يعادل 1.013×10^5 Pa ؟

الحل:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (1.013\times10^5)(0.025) = 2532.5\ N$$

1 ص176: يجلس طفل وزنه 364 N على كرسي ثلاثي الأرجل يزن 41 N بحيث تلامس قواعد الأرجل سطح الأرض على مساحة مقدارها $19.3\ cm^2$ ..

(a) ما معدل الضغط الذي يؤثر به الطفل والكرسي في سطح الأرض؟

(b) كيف يتغير الضغط عندما يميل الطفل وتلامس رجلان فقط من أرجل الكرسي الأرض؟

الجواب النهائي: 2.1×10^5 Pa ، 3.14×10^5 Pa .

الدرس ٣٦ : قوانين الغازات

قانون بويل

نصه	{ حجم عينة الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط المؤثر عليه عند ثبوت درجة الحرارة }	
العلاقة الرياضية	$P_1V_1 = P_2V_2$	P_1 الضغط الابتدائي [Pa] V_1 الحجم الابتدائي [m^3] P_2 الضغط النهائي [Pa] V_2 الحجم النهائي [m^3]
الصفر المطلق	{ درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم الغاز مساويًا للصفر }	

(١) اكتب المصطلح العلمي: حجم عينة الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط المؤثر عليه عند ثبوت درجة الحرارة.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم الغاز مساويًا للصفر.

(٣) اختر: عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم الغاز ..... إذا زاد ضغطه.

Ⓐ يقل Ⓑ يزيد Ⓒ لا يتغير

قانون شارلز

نصه	{ عند ثبوت الضغط فإن حجم عينة الغاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارتها }	
العلاقة الرياضية	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	V_1 الحجم الابتدائي [m^3] T_1 درجة الحرارة الابتدائية [K] V_2 الحجم النهائي [m^3] T_2 درجة الحرارة النهائية [K]

(٤) اكتب المصطلح العلمي: عند ثبوت الضغط فإن حجم عينة الغاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارتها.

(٥) اختر: إذا تضاعفت درجة حرارة الغاز وثبت ضغطه فإن حجم الغاز ..

Ⓐ يقل إلى النصف. Ⓑ يتضاعف. Ⓒ لا يتغير.

أمثلة

78 ص212: مكبس مساحته $0.015\ m^2$ يحصر كمية ثابتة من الغاز في أسطوانة حجمها $0.23\ m^3$ وضغطها الابتدائي $1.5\times10^5\ Pa$ ؛ فإذا وضع جسم كتلته $150\ kg$ على المكبس فتحرك المكبس في اتجاه الأسفل إلى موقع جديد فما الحجم الجديد للغاز داخل الأسطوانة؟ علماً أن درجة الحرارة ثابتة.

الحل:

أولاً: نحسب ضغط الجسم ثم نحسب الضغط النهائي للغاز ..

$$P_{جسم} = \frac{F_g}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{150\times9.8}{0.015} = 9.8\times10^4\ Pa$$

$$P_2 = P_1 + P_{جسم} = 1.5\times10^5 + 9.8\times10^4 = 2.48\times10^5\ Pa$$

ثانياً: نحسب الحجم الجديد ..

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{1.5\times10^5\times0.23}{2.48\times10^5} = \boxed{0.14\ m^3}$$

77 ص212: مقياس الحرارة ذو الضغط الثابت مصنوع من أسطوانة تحوي مكبساً يتحرك بحرية داخل الأسطوانة ويبقى كل من الضغط وكمية الغاز داخل الأسطوانة ثابتين، وعندما ترتفع درجة الحرارة أو تنخفض يتحرك المكبس إلى أعلى الأسطوانة أو إلى أسفلها؛ فإذا كان ارتفاع المكبس في الأسطوانة $20\ cm$ عند $0\ ^\circ C$ فما ارتفاع المكبس عندما تكون درجة الحرارة $100\ ^\circ C$ ؟

الحل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{A\,h_1}{T_1} = \frac{A\,h_2}{T_2} \Rightarrow h_2 = \frac{h_1T_2}{T_1}$$

$$\therefore h_2 = \frac{20\times10^{-2}\times(100+273)}{(0+273)} = \boxed{0.273\ m}$$

« الحجم = مساحة القاعدة×الارتفاع »

$cm \xrightarrow{\times10^{-2}} m$ $\quad$ $^\circ C \xrightarrow{+273} K$

الدرس ٣٧ : القانون العام للغازات

القانون العام للغازات

نصه	{ لكمية معينة من الغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه مقسومًا على درجة حرارته بوحدة الكلفن يساوي قيمة ثابتة }
العلاقة الرياضية	$\frac{P_1V_1}{T_1}$ = مقدار ثابت $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ P_1 الضغط الابتدائي [Pa] V_1 الحجم الابتدائي [m^3] T_1 درجة الحرارة الابتدائية [K] P_2 الضغط النهائي [Pa] V_2 الحجم النهائي [m^3] T_2 درجة الحرارة النهائية [K]
فالقانون	• يتناسب الثابت في القانون العام للغازات طرديًا مع عدد الجزيئات. • عند ثبوت حجم الغاز ودرجة حرارته فإن ضغط الغاز المثالي يتناسب طرديًا مع عدد جزيئات الغاز ؛ علل ؛ لأنه بزيادة عدد الجزيئات يزداد عدد التصادمات التي تؤثر بها الجزيئات في الإناء فيزيد الضغط.

(١) اكتب المصطلح العلمي: لكمية معينة من الغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه مقسومًا على درجة حرارته بوحدة الكلفن يساوي قيمة ثابتة.

(٢) ضع ✓ أو × : يتناسب الثابت في القانون العام للغازات عكسيًا مع عدد الجزيئات.

(٣) ضع ✓ أو × : عند ثبوت حجم ودرجة حرارة الغاز فإن ضغط الغاز المثالي يتناسب طرديًا مع عدد جزيئات الغاز.

أمثلة

6 ص181: يستخدم خزان من غاز الهيليوم ضغطه 15.5×10^6 Pa ودرجة حرارته 293 K لنفخ بالون على صورة دمية؛ فإذا كان حجم الخزان $0.02\ m^3$ فاحسب حجم البالون إذا امتلأ عند 1 ضغط جوي ودرجة حرارة 323 K إذا كان الضغط الجوي 10.13×10^4 Pa .

الحل:

ضغط جوي $\xrightarrow{\times 10.13\times 10^4}$ Pa

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2=\frac{P_1V_1T_2}{T_1P_2}$$

$$\therefore V_2=\frac{15.5\times10^6\times0.02\times323}{293\times1\times10.13\times10^4}=3.37\ m^3$$

8 ص181: خزان يحوي 200 L من غاز الهيدروجين درجة حرارته 0 °C ومحفوظ عند ضغط مقداره 156 kPa ؛ فإذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 95 °C والمخفض الحجم ليصبح 175 L فما الضغط الجديد للغاز؟

الحل:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_2=\frac{P_1V_1T_2}{T_1V_2}$$

°C $\xrightarrow{+273}$ K

$$\therefore P_2=\frac{156\times200\times(95+273)}{(0+273)\times175}=240.32\ kPa$$

الدرس ٣٨ : قانون الغاز المثالي

قانون الغاز المثالي

نصه	{ للغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروبًا في ثابت بولتزمان ودرجة حرارته بوحدة الكلفن }	
العلاقة الرياضية	$PV = nRT$	P ضغط الغاز المثالي [Pa] V حجم الغاز المثالي [m^3] n عدد المولات [mol] R ثابت بولتزمان [$Pa.m^3/molK$] T درجة الحرارة [K]
تنبيه	قانون الغاز المثالي يتوقع عمليًا سلوك الغازات بصورة جيدة ما عدا .. • الحالات تحت ظروف الضغط العالي. • حالات درجات الحرارة المنخفضة.	
عدد أفوجادرو	{ عدد الجزيئات في عينة من المادة كتلتها تساوي الكتلة المولية من المادة }	
فائدة	المول = عدد أفوجادرو من الجزيئات = 6.022×10^{23} جزيء	
عدد المولات	$n = \frac{m}{M}$	n عدد المولات [mol] m كتلة المادة [g] M الكتلة المولية [g/mol]

(١) اكتب المصطلح العلمي: للغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروبًا في ثابت بولتزمان ودرجة حرارته بوحدة الكلفن.

(٢) اختر: قانون الغاز المثالي يتوقع عمليًا سلوك الغازات بصورة جيدة ما عدا الحالات تحت ظروف الضغط ..

Ⓐ العالي. Ⓑ المنخفض. Ⓒ المتوسط.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: عدد الجزيئات في عينة كتلتها تساوي الكتلة المولية من المادة.

أمثلة

7 ص181: ما مقدار كتلة غاز الهيليوم الذي ضغطه 15.5×10^6 Pa ودرجة حرارته 293 K وموضوع في خزان حجمه $0.02\ m^3$ ؟ إذا علمت أن الكتلة المولية لغاز الهيليوم 4 g/mol ومقدار ثابت بولتزمان $8.31\ Pa.m^3/mol.K$.

الحل: نحسب عدد المولات ثم نحسب الكتلة ..

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{15.5\times10^6\times0.02}{8.31\times293} = 127.3\ mol$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM = 4\times127.3 = 509.3\ g$$

9 ص181: إذا كان معدل الكتلة المولية لمكونات الهواء 29 g/mol فما حجم 1000 g من الهواء عند ضغط 1.013×10^5 Pa ودرجة حرارة 293 K ؟ علماً أن ثابت بولتزمان $8.31\ Pa.m^3/mol.K$.

الحل: نحسب عدد المولات ثم نحسب الحجم ..

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1000}{29} = 34.48\ mol$$

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{34.48\times8.31\times293}{1.013\times10^5} = 0.828\ m^3$$

3 ص179: عينة من غاز الأرجون حجمها 20 L ودرجة حرارتها 273 K عند ضغط جوي مقداره 101.3 kPa ؛ فإذا انخفضت درجة الحرارة حتى 120 K وازداد الضغط حتى 145 kPa ..

(a) فما الحجم الجديد للعينة؟

(b) أوجد عدد مولات ذرات الأرجون في العينة.

(c) أوجد كتلة عينة الأرجون علماً أن الكتلة المولية لغاز الأرجون 39.9 g/mol ومقدار ثابت بولتزمان $8.31\ Pa.m^3/mol.K$.

الجواب النهائي: 6.14 L ، 0.893 mol ، 35.6 g .

الدرس ٣٩ : التمدد الحراري

التمدد الحراري

تعريفه	{ خاصية للمواد في جميع حالاتها تسبب تمدد المادة فتصبح أقل كثافة عند التسخين }		
تطبيقاته	دوران الهواء في الغرفة	تيار الحمل	{ دوران الهواء في الغرفة }
فائدتان	• عندما تسخن المادة تتمدد وتملأ حيزا أكبر. • تتمدد السوائل بدرجة أكبر من المواد الصلبة وأقل من المواد الغازية.		
تعليلات	• يطفو الثلج فوق سطح الماء ؛ علل ؛ لأن كثافته عند درجة حرارة 0°C أقل من كثافة الماء. • تنخفض كثافة الماء (يتقلص) عند تسخينه من 0°C إلى 4°C ؛ علل ؛ بسبب تزايد قوى الترابط بين جزيئاته. • يزيد حجم الماء عندما ترتفع درجة حرارته فوق 4°C ؛ علل ؛ بسبب تزايد الحركة الجزيئية.		

(١) اكتب المصطلح العلمي: خاصية للمواد في جميع حالاتها تسبب تمدد المادة فتصبح أقل كثافة عند التسخين.

(٢) اختر: من التطبيقات على التمدد الحراري دوران ..

Ⓐ عجلات الدراجة. Ⓑ الدم في الجسم. Ⓒ الهواء داخل الغرفة.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: دوران الهواء داخل الغرفة.

(٤) اختر: ترتيب حالات المادة تصاعديًا حسب درجة تمددها ..

Ⓐ الصلبة، السائلة، الغازية. Ⓑ السائلة، الصلبة، الغازية. Ⓒ الغازية، الصلبة، السائلة.

البلازما

تعريفها	{ حالة من حالات المواقع يكون فيها المائع شبه غاز ويتكون من إلكترونات سالبة وأيونات موجبة بحيث توصل الكهرباء }
من أمثلتها	• معظم مكونات النجوم بلازما في درجات حرارة عالية جدًا. • أكثر المواد الموجودة بين النجوم والمجرات غاز هيدروجين في حالة البلازما. • الصواعق المضيئة تكون في حالة البلازما. • التأثيرات الضوئية المتوهجة الناتجة عن البلازما المضيئة المتكونة في الأنابيب الزجاجية.
توصيلها للكهرباء	للبلازما القدرة على التوصيل الكهربائي ؛ أما الغازات فليس لها القدرة على ذلك

(٥) اكتب المصطلح العلمي: حالة من حالات المواد يكون فيها المائع شبه غاز ويتكون من إلكترونات سالبة وأيونات موجبة بحيث توصل الكهرباء.

(٦) اختر: أكثر المواد الموجودة بين النجوم والمجرات غاز هيدروجين ..

Ⓐ في حالة البلازما. Ⓑ في الحالة الغازية. Ⓒ في الحالة السائلة.

(٧) ضع ✓ أو × : التأثيرات الضوئية المتوهجة الناتجة عن البلازما المضيئة المتكونة في الأنابيب الزجاجية.

(٨) ضع ✓ أو × : البلازما موصلة للكهرباء أما الغازات فَغَيْر موصلة للكهرباء.

أمثلة

13 ص183: إذا كانت درجة حرارة الماء الابتدائية 0 °C فكيف تتغير كثافة الماء إذا سخن إلى 4 °C وإلى 8 °C ؟

الحل:

- عند تسخين الماء من 0 °C إلى 4 °C فإنه يتقلص بدلاً من أن يتمدد بسبب تزايد قوى الترابط بين جزيئاته.
- عند تسخين الماء من 4 °C إلى 8 °C يتزايد حجمه بسبب تزايد الحركة الجزيئية.

الدرس ٤٠ : القوى داخل السوائل

خاصية التوتر السطحي

تعريفها	{ ميل سطح السائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة }
سببها	قوى التماسك بين جزيئات المائع
من أمثلتها	• قطرات الندى على خيوط العنكبوت تتخذ شكلاً كروياً. • الزئبق يشكل قطرات كروية حين يوضع على سطح مصقول. • سير بعوضة الماء على سطح الماء.
قوى التماسك	{ قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المادة الواحدة }
فائدة	كلما زاد التوتر السطحي للسائل زادت ممانعة السائل لتحطم سطحه
تعليلات	• تتمكن بعوضة الماء من السير على سطح الماء ؛ علل ؛ لأن جزيئات الماء عند السطح لها قوة تجاذب محصلة في اتجاه الداخل تولد التوتر السطحي. • تكوّن خاصية التوتر السطحي للسائل قطرات كروية ؛ علل ؛ لأن الشكل الكروي هو الشكل الذي له أقل مساحة سطح لحجم معين. • التوتر السطحي للزئبق أكبر من التوتر السطحي للماء ؛ علل ؛ لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء. • تنسطح قطرات الكحول والإيثر على السطح المصقول ؛ علل ؛ لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة.

(١) اكتب المصطلح العلمي: ميل سطح السائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة.

(٢) اختر: خاصية التوتر السطحي للسوائل ناتجة عن ..

Ⓐ قوى التلاصق. Ⓑ قوى التماسك. Ⓒ اللزوجة.

(٣) اختر: يُعزى تكور الزئبق والماء شكلاً كروياً عندما يوضع على سطح مصقول إلى ..

Ⓐ الخاصية الشعرية. Ⓑ اللزوجة. Ⓒ خاصية التوتر السطحي.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المادة الواحدة.

(٥) اختر: تزداد ممانعة السائل لتحطم سطحه ..

Ⓐ بزيادة توتره السطحي. Ⓑ بنقصان توتره السطحي. Ⓒ بزيادة لزوجته.

اللزوجة

تعريفها	{ مقياس للاحتكاك الداخلي للمائع }
أسبابها	• قوى التماسك بين جزيئات المائع. • التصادمات بين جزيئات المائع.
ينتج عنها	• احتكاك داخلي يعمل على إبطاء تدفق المائع. • تبديد الطاقة الميكانيكية.
تعليل	تستخدم في المحركات زيوت عالية اللزوجة « علل » كي تتدفق ببطء على الأجزاء المعدنية للمحرك فتقلل من احتكاكها بعضها ببعض
فائدتان	• من أكثر الموائع لزوجة اللابة والصخور المنصهرة التي تتدفق من البراكين. • تختلف لزوجة اللابة باختلاف تركيبها ودرجة حرارتها.

(٦) اكتب المصطلح العلمي: مقياس للاحتكاك الداخلي للسائل.

(٧) ضع ✓ أو × : تنتج اللزوجة عن قوى التماسك والتصادمات بين جزيئات المائع.

(٨) ضع ✓ أو × : ينتج عن لزوجة المائع احتكاكًا داخليًا يعمل على زيادة تدفق المائع.

(٩) املأ الفراغ: تختلف لزوجة اللابة المتدفقة من البراكين باختلاف ..... و ..... .

قوى التلاصق

تعريفها	{ قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة }
الخاصية الشعرية	• ارتفاع السوائل داخل الأنابيب الضيقة يُعْزى إلى الخاصية الشعرية. • السوائل ترتفع في الأنابيب الضيقة عندما تكون قوى التلاصق بين جزيئات السائل والأنبوب أكبر من قوى التماسك بين جزيئات السائل. • السوائل ترتفع داخل الأنابيب الضيقة أكثر من ارتفاعها داخل الأنابيب الواسعة. • السائل يتوقف عن الارتفاع داخل الأنابيب عندما يتوازن وزن الماء داخل الأنبوب مع قوة التلاصق الكلية بين سطح الأنبوب وجزيئات السائل.
تطبيقاتها العملية	• ارتفاع الوقود في فتيلة القنديل. • ارتفاع الماء في جذور النبات.
تعليل	لا يرتفع الزئبق في الأنابيب الضيقة « علل » لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التلاصق بين الزئبق وسطح الزجاج

(١٠) اكتب المصطلح العلمي: قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة.

(١١) املأ الفراغ: ارتفاع الوقود في فتيلة القنديل يُعْزى إلى ..... .

التبخر والتكاثف

التبخر	{ نفاذ الجزيئات المتحركة خلال الطبقة السطحية للسائل عند امتلاكها طاقة مناسبة }
تعليل	يُؤدي التبخر إلى خفض درجة حرارة السائل في الإناء « علل » بسبب انخفاض متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المتبقية في الإناء فتنخفض درجة الحرارة
السوائل المتطايرة	{ السوائل التي تتبخر بسرعة وسهولة بسبب ضعف قوة التماسك بين جزيئاتها }
التكاثف	تَحَوُّل البخار إلى سائل عند تبريده
تكون الضباب	عندما يبرد الهواء الرطب الملامس لسطح الأرض يتكاثف بخار الماء في الجو مكونًا سحابة من قطيرات الماء تسمى الضباب

(١٢) اكتب المصطلح العلمي: نفاذ الجزيئات المتحركة خلال الطبقة السطحية للسائل عند امتلاكها طاقة مناسبة.

(١٣) اكتب المصطلح العلمي: السوائل التي تتبخر بسرعة وسهولة بسبب ضعف قوة التماسك بين جزيئاتها.

(١٤) اختر: عملية تحوُّل البخار إلى سائل عند تبريده تسمى ..

Ⓐ التبخر. Ⓑ التكاثف. Ⓒ التطاير.

أمثلة

20 ص187: لماذا يلتصق الكحول بسطح الأنبوب الزجاجي في حين لا يلتصق الزئبق؟

الحل: لأن قوى التلاصق بين جزيئات الكحول والزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الكحول، أما قوى التلاصق بين جزيئات الزئبق والزجاج فإنها أقل من قوى التماسك بين جزيئات الزئبق.

56 ص210: تنصهر البحيرات المتجمدة خلال فصل الربيع ؛ ما تأثير ذلك في درجة حرارة الهواء فوق البحيرة؟

الحل: تنخفض درجة حرارة الهواء فوق البحيرة لأن الجليد يمتص الطاقة اللازمة للانصهار منه.

الدرس ٤١ : الموائع الساكنة

مبدأ باسكال

نصه	{ التغير في الضغط المؤثر عند أي نقطة في السائل المحصور ينتقل إلى جميع نقاط السائل بالتساوي }	
تطبيقاته العملية	تعمل أنظمة الرفع الهيدروليكية وفقًا لمبدأ باسكال؛ ومن أمثلتها .. • المكبس الهيدروليكي. • الرافعة الهيدروليكية. • كراسي أطباء الأسنان.	
العلاقة الرياضية	$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$	F_1 القوة التي يؤثر بها المكبس الأول [N] F_2 القوة المؤثرة على المكبس الثاني [N] A_1 مساحة المكبس الأول [m^2] A_2 مساحة المكبس الثاني [m^2]
تعليل	إذا عصرت إحدى نهايتي بالون فإن النهاية الأخرى تنتفخ ؛ علل ؛ بسبب انتقال الضغط المؤثر إلى النهاية الأخرى وذلك حسب مبدأ باسكال	
فائدة	الهدف من استخدام الموائع في الآلات مضاعفة القوة تطبيقًا لمبدأ باسكال	
المكبس الهيدروليكي	• يُحْصَر المائع داخل حجرتين متصلتين معًا في كل منهما مكبس حر الحركة. • مساحة المكبس الثاني أكبر من مساحة المكبس الأول لذلك تتضاعف القوة.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: التغير في الضغط المؤثر عند أي نقطة في السائل المحصور ينتقل إلى جميع نقاط السائل بالتساوي.

(٢) اختر: من التطبيقات العملية على مبدأ باسكال ..

Ⓐ مرذاذ العطر. Ⓑ المازج في محرك البنزين. Ⓒ الرافعة الهيدروليكية.

(٣) اختر: طبقًا لمبدأ باسكال نستخدم الموائع في الآلات بهدف ..

Ⓐ تقليل الضغط. Ⓑ مضاعفة القوة. Ⓒ تقليل القوة.

أمثلة

23 ص189: إن كراسي أطباء الأسنان أمثلة على النظام الهيدروليكي؛ فإذا كان الكرسي يزن 1600 N ويرتكز على مكبس مساحة مقطعه العرضي 1440 cm^2 فما مقدار القوة التي يجب أن تؤثر في المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه العرضي 72 cm^2 لرفع الكرسي؟

الحل:

$$\frac{F_1}{A_1}=\frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_1=\frac{F_2A_1}{A_2}=\frac{72\times1600}{1440}=80\ N$$

24 ص189: تؤثر آلة بقوة مقدارها 55 N في مكبس هيدروليكي مساحة مقطعه العرضي $0.015\ m^2$ فترفع سيارة صغيرة؛ فإذا كانت مساحة المقطع العرضي للمكبس الذي ترتكز عليه السيارة $2.4\ m^2$ فما وزن السيارة؟

الحل:

$$\frac{F_1}{A_1}=\frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2=\frac{F_1A_2}{A_1}=\frac{2.4\times55}{0.015}=8800\ N$$

25 ص189: يحقق النظام الهيدروليكي الهدف نفسه الذي تحققه الرافعة ولعبة الميزان وهو مضاعفة القوة؛ فإذا وقف طفل وزنه 400 N على أحد المكبسين بحيث يتزن مع شخص بالغ وزنه 1100 N يقف على المكبس الثاني فما النسبة بين مساحتي مقطعي المكبسين العرضيين؟

الحل:

$$\frac{F_1}{A_1}=\frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{A_2}{A_1}=\frac{F_2}{F_1}=\frac{400}{1100}=0.363$$

الدرس ٤٢ : السباحة تحت الضغط

ضغط المائع

تعريفه	{ وزن عمود المائع مقسومًا على مساحة المقطع العرضي لعمود المائع }
منشأه	قوة الجاذبية المرتبطة مع وزن المائع — اتجاهه: يضغط على الجسم في جميع الاتجاهات
العوامل المؤثرة فيه	• كثافة المائع. • عمق المائع. • تسارع الجاذبية.
فائدة	ضغط المائع على سطح القمر عند أي عمق يعادل $\frac{1}{6}$ قيمته على سطح الأرض
العلاقة الرياضية	$P = \rho h g$ P ضغط المائع [Pa] — h عمق المائع [m] ρ كثافة المائع [kg/m³] — g تسارع الجاذبية [m/s²]
تعليل	يزداد ضغط الماء على جسمك إذا غطست إلى أعماق أكبر ؛ علل ؛ بسبب زيادة كمية الماء فوق جسمك فيكون وزن الماء أكبر كلما زاد العمق

(١) اكتب المصطلح العلمي: وزن عمود المائع مقسومًا على مساحة المقطع العرضي لعمود المائع.

(٢) اختر: ينشأ ضغط المائع من قوة ..

Ⓐ الاحتكاك. Ⓑ الجاذبية. Ⓒ الطفو.

(٣) اختر: اتجاه ضغط المائع على جسم داخله ..

Ⓐ نحو الأسفل. Ⓑ في جميع الاتجاهات. Ⓒ نحو الأعلى.

(٤) اختر: ضغط الماء على سطح القمر عند أي عمق يساوي ..... قيمته على سطح الأرض.

Ⓐ سدس. Ⓑ ربع. Ⓒ ثلث.

قوة الطفو

تعريفها	{ القوة الرأسية المؤثرة في الجسم المغمور في مائع إلى أعلى }	
منشؤها	زيادة الضغط الناتجة عن زيادة العمق	اتجاهها: قوة رأسية إلى الأعلى
العلاقة الرياضية	وزن المزاح المائع = قوة الطفو $F_{طفو} = \rho_{سائل} V g$	$F_{طفو}$ قوة الطفو [N] ρ كثافة المائع [kg/m³] V حجم الجسم المغمور في المائع [m³] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s²]

القوى المؤثرة على جسم مغمور في مائع	محصلة القوى الأفقية = صفرًا	محصلة القوى العمودية = قوة الطفو
	لأن القوى العمودية المؤثرة في الجوانب الأربعة متساوية في جميع الاتجاهات	لأن القوة العمودية إلى أعلى المؤثرة في قاع الجسم أكبر من القوة العمودية إلى أسفل المؤثرة في سطحه العلوي

(٥) اكتب المصطلح العلمي: القوة الرأسية المؤثرة في الجسم المغمور في مائع إلى أعلى.

(٦) اختر: تنشأ قوة الطفو عن زيادة الضغط الناجمة عن زيادة ..

Ⓐ كثافة المائع. Ⓑ العمق. Ⓒ تسارع الجاذبية.

(٧) اختر: اتجاه قوة الطفو ..

Ⓐ رأسيًا نحو الأسفل. Ⓑ في جميع الاتجاهات. Ⓒ رأسيًا نحو الأعلى.

أمثلة

61 ص210: قارن بين ضغط الماء على عمق 1m تحت سطح بركة صغيرة وضغط الماء عند العمق نفسه تحت سطح بحيرة؟

الحل: ضغط ماء البحيرة أكبر من ضغط ماء البركة لأن كثافة ماء البحيرة أكبر من كثافة ماء البركة.

67 ص210: ما عمق وعاء من الماء الضغط عند قاعه يساوي قيمة الضغط في قاع وعاء مملوء بالزئبق وعمقه 0.1 m ؟ علمًا أن كثافة الزئبق تزيد 13.55 مرة على كثافة الماء.

الحل:

$p_1 h_1 g = p_2 h_2 g$ ← لأن ضغط الماء = ضغط الزئبق

$p_1 h_1 = 13.55 p_1 \times 0.1$ ← لأن كثافة الزئبق تزيد 13.55 مرة على كثافة الماء

$p_1 h_1 = 13.55 p_1 \times 0.1$

$h_1 = 1.355\ m$

الدرس ٤٣ : الأجسام المغمورة والأجسام الطافية

مبدأ أرخميدس

نصه	{ الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح }
العلاقة الرياضية	$F_{\text{الظاهري}} = F_g - F_{\text{الطفو}}$ $F_{\text{الطفو}}$ قوة الطفو [N] F_g الوزن الحقيقي في الهواء [N] $F_{\text{الظاهري}}$ وزن الجسم المغمور في المائع [N]

متى يغطس الجسم؟ ومتى يطفو؟	يغطس	يبقى عالقًا	يطفو
	كثافة الجسم > كثافة المائع	كثافة الجسم = كثافة المائع	كثافة الجسم < كثافة المائع
	وزن الجسم > قوة الطفو	وزن الجسم = قوة الطفو	وزن الجسم < قوة الطفو

الوزن الظاهري للجسم المغمور في مائع

- الوزن الظاهري لجسم مغمور في مائع أقل من وزنه الحقيقي.
- الوزن الظاهري لجسم عالق في مائع = صفرًا.
- الوزن الظاهري للجسم « القوة المحصلة الرأسية إلى أسفل » تتناسب طرديًا مع حجم الجسم.
- حجم المائع المزاح بوساطة الجسم = حجم الجزء المغمور من الجسم في المائع.

تطبيقات عملية على مبدأ أرخميدس

- تطفو السفينة المصنوعة من الفولاذ على سطح الماء « علل » لأن جسم السفينة مفرغًا وكبيرًا ؛ لذا فمعدل كثافة السفينة أقل من كثافة الماء لذلك تطفو.
- الغواصات: عند ملء الحجرات بالماء يزداد معدل كثافة الغواصة لذلك تغطس وعند تفريغها تطفو.
- الأسماك: لدى بعض الأسماك مثانة للعوم تقلصها لتغطس وتنفخها لتطفو.

(١) اكتب المصطلح العلمي: الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح.

(٢) اختر: يغطس الجسم في المائع إذا كانت كثافته ..... كثافة المائع.

Ⓐ تساوي Ⓑ أصغر من Ⓒ أكبر من

(٣) اختر: إذا كان وزن الجسم المغمور في المائع أقل من قوة الطفو فإنه ..

Ⓐ يطفو. Ⓑ يبقى عالقًا. Ⓒ يغطس.

(٤) اختر: الوزن الظاهري للجسم المغمور في المائع ..... وزنه الحقيقي.

Ⓐ يساوي Ⓑ أكبر من Ⓒ أصغر من

(٥) املأ الفراغ: الوزن الظاهري للجسم العائم في المائع يساوي ..... .

(٦) املأ الفراغ: لدى بعض الأسماك ..... تفاصيها لتغطس وتنتفخها لتطفو.

أمثلة

27 ص194: إن كثافة القرميد الشائع الاستخدام أكبر 1.8 من كثافة الماء؛ ما الوزن الظاهري لقالب من القرميد حجمه $0.2\ m^3$ تحت الماء؟ علمًا أن كثافة الماء $10^3\ kg/m^3$.

الحل: نحسب الوزن الحقيقي للجسم ثم نحسب قوة الطفو ثم نحسب وزن الجسم الظاهري ..

$$F_g = \rho_{\text{القرميد}} Vg = 1.8 \times 10^3 \times 0.2 \times 9.8 = 3528\ N$$

$$F_{\text{الطفو}} = \rho_{\text{الماء}} Vg = 10^3 \times 0.2 \times 9.8$$ « حجم الماء المزاح = حجم قالب القرميد المغمور في الماء »

$$\therefore\ F_{\text{الطفو}} = 1960\ N$$

$$F_{\text{الظاهري}} = F_g - F_{\text{الطفو}} = 3528 - 1960 = \boxed{1865\ N}$$

28 ص194: يطفو سباح في بركة ماء بحيث يعلو رأسه قليلاً فوق سطح الماء؛ فإذا كان وزنه 610 N وكثافة الماء $10^3\ kg/m^3$ ما حجم الجزء المغمور من جسمه؟

الحل:

$$F_{\text{الطفو}} = F_g = \rho V g$$ « الجسم عائم في الماء »

$$610 = 10^3 \times V \times 9.8$$

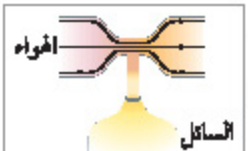
$$V = \frac{610}{9.8\times10^3} = \boxed{0.062\ m^3}$$ « قسمنا الطرفين على 9.8×10^3 »

3 ص193: يغمر قالب بناء من الجرانيت حجمه $1\times10^{-3}\ m^3$ في الماء؛ فإذا كانت كثافة الجرانيت $2.7\times10^3\ kg/m^3$ فما مقدار قوة الطفو المؤثرة في قالب الجرانيت؟ وما مقدار الوزن الظاهري لقالب الجرانيت؟

الجواب النهائي: 9.8 N ، 16.7 N .

الدرس ٤٤ : الموائع المتحركة

مبدأ برنولي

نصه	{ عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه }
فائدتان	• مبدأ برنولي تمثيل لمبدأ حفظ الشغل والطاقة عند تطبيقه على الموائع. • إذا نقصت مساحة الأنبوب فإن سرعة التدفق خلاله تزيد فينقص ضغطه.
تطبيقاته العملية	• مرش الطلاء. • مرذاذ العطر. • المازج في محرك البنزين.
فكرة عمل المرذاذ	• يندفع الهواء بسرعة عبر الأنبوب الضيق فينقص ضغطه. • يندفع السائل من داخل الزجاجة إلى منطقة الضغط المنخفض نتيجة لفرق الضغط بين المنطقتين. 
تعليل	ينهار المنزل من الداخل إلى الخارج عندما يمر إعصار فوقه « علل » وفقًا لمبدأ برنولي يقل الضغط خارج المنزل بسبب زيادة سرعة الهواء ويصبح الضغط داخل المنزل أكبر
خطوط الانسياب	{ الخطوط التي تمثل تدفق الموائع حول الأجسام }
فوائد	• إذا ضاق المجرى تزداد السرعة فينقص الضغط فتتقارب خطوط الانسياب. • إذا كانت خطوط الانسياب دقيقة ومحددة كان التدفق انسيابي • إذا تحركت خطوط الانسياب حركة ملتفة كان التدفق مضطربًا.
تنبيه	ينطبق مبدأ برنولي على الجريان الانسيابي فقط ولا ينطبق على الجريان المضطرب

(١) اكتب المصطلح العلمي: عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه.

(٢) اختر: مبدأ برنولي تمثيل لمبدأ ..... عند تطبيقه على الموائع.

Ⓐ حفظ الشحنة Ⓑ حفظ الشغل والطاقة Ⓒ حفظ الزخم

(٣) اختر: إذا نقصت مساحة الأنبوب ..... تدفق المائع فيقل ضغطه.

Ⓐ زادت سرعة Ⓑ قلت سرعة Ⓒ انعدمت سرعة

(٤) اختر: من التطبيقات العملية على مبدأ برنولي ..

Ⓐ الغواصات. Ⓑ المكبس الهيدروليكي. Ⓒ مرش الطلاء. Ⓓ الرافعة الهيدروليكية.

(٥) اختر: الخطوط التي تمثل تدفق الموائع حول الأجسام تسمى خطوط ..

Ⓐ برنولي. Ⓑ باسكال. Ⓒ التدفق. Ⓓ الانسياب.

(٦) اختر: إذا ضاق مجرى المائع ينقص ضغطه و ..... خطوط انسيابه.

Ⓐ تتباعد. Ⓑ تتقارب. Ⓒ تنعدم.

(٧) اختر: إذا كانت خطوط الانسياب دقيقة وعددة كان التدفق ..

Ⓐ انسيابياً. Ⓑ مضطرباً. Ⓒ غير منتظم.

(٨) اختر: إذا تحركت خطوط الانسياب حركة ملتفة كان التدفق ..

Ⓐ انسيابياً. Ⓑ منتظماً. Ⓒ مضطرباً.

أمثلة

59 ص210: ينتقل تيار مائي خلال خرطوم ويخرج من فوهته؛ ماذا يحدث لضغط الماء عندما تزيد سرعته؟

الحل: حسب مبدأ برنولي ينقص ضغط الماء لأن سرعته زادت.

الدرس ٤٥ : المواد الصلبة

الأجسام الصلبة

مقارنة بين المواد الصلبة والمواد السائلة

المواد الصلبة	المواد السائلة
قاسية	غير قاسية ولها خاصية التدفق
يمكن أن تقطع عدة قطع	لا يمكن أن تقطع عدة قطع
تحتفظ بشكلها	لا تحتفظ بشكلها
يمكن دفعها	لا يمكن دفعها لأن اليد تتحرك خلالها

الشبكة البلورية

{ نمط ثابت ومنتظم يتشكل عندما تنخفض درجة حرارة السائل بحيث يقل متوسط الطاقة الحركية لجزيئاته }

تصنيف المواد الصلبة

المواد الصلبة البلورية	المواد الصلبة غير البلورية
مواد صلبة متجمدة	سوائل لزجة بطيئة التدفق
جزيئاتها مصطفة بأنماط مرتبة ومنظمة	جزيئاتها ليس لها ترتيب منتظم
لها حجم وشكل محددان	لها حجم وشكل محددان
مثالها: الجليد ، الكوارتز البلوري	مثالها: الزبد ، الكوارتز الزجاجي

فائدة

الكوارتز البلوري والكوارتز غير البلوري ..

- متماثلان كيميائيًا.
- خصائصهما الفيزيائية مختلفة.

(١) ضع ✓ أو × : المواد الصلبة لها شكل ثابت أما المواد السائلة فليس لها شكل ثابت.

(٢) اكتب المصطلح العلمي: نمط ثابت ومنتظم يتشكل عندما تنخفض درجة حرارة السائل بحيث يقل متوسط الطاقة الحركية لجزيئاته.

(٣) اختر: تصنف المواد الصلبة غير البلورية على أنها ..

Ⓐ صلبة متجمدة. Ⓑ سائلة. Ⓒ سوائل لزجة بطيئة التدفق.

(٤) املأ الفراغ: المواد التي جزيئاتها مصطفة بأنماط مرتبة ومنظمة تسمى ..... .

(٥) اختر: يصنف الجليد من المواد ..

Ⓐ الصلبة البلورية. Ⓑ الصلبة غير البلورية. Ⓒ السائلة اللزجة بطيئة التدفق.

(٦) ضع ✓ أو × : الكوارتز البلوري والكوارتز الزجاجي متماثلان كيميائيًا وفيزيائيًا.

الضغط والتجمد

تعليل	المواد الصلبة أكثر كثافة من السوائل ؛ **علل** ؛ لأن جزيئات المادة الصلبة عند تجمدها تعيد ترتيب نفسها لتصبح قريبة من بعضها أكثر مما كانت عليه في الحالة السائلة
الضغط والتجمد	• تزداد درجة التجمد بزيادة الضغط على سطح السائل. • تنخفض درجة تجمد الماء قليلاً بزيادة الضغط على سطحه.
تعليلان	• تنخفض درجة تجمد الماء قليلاً بزيادة الضغط ؛ **علل** ؛ لأن الماء يتمدد عند تجمده فإن الزيادة في الضغط تجبر الجزيئات على الاقتراب بعضها من بعض لتقاوم التجمد. • تكون طبقة رقيقة من الماء السائل بين الزلاجات والجليد ؛ **علل** ؛ لأن الطاقة الحرارية المتولدة نتيجة الاحتكاك بين الزلاجات والجليد كافية لصهر الجليد.

(٧) ضع ✓ أو × : تزداد درجة التجمد بزيادة الضغط على سطح السائل.

(٨) اختر: بزيادة الضغط على سطح الماء فإن درجة تجمده ..

Ⓐ تبقى ثابتة. Ⓑ ترتفع. Ⓒ تنخفض.

مرونة المواد الصلبة

تعريفها	{ قدرة الأجسام الصلبة على العودة إلى شكلها الأصلي عند زوال تأثير القوى الخارجية }
فائدتان	• لا يعود الجسم إلى شكله الأصلي إذا حدث تشوه كبير لأنه قد تجاوز حد مرونته. • تعتمد المرونة على القوى الكهرومغناطيسية التي تحافظ على بقاء جزيئات المادة معًا.
قابلية الطرق والسحب	• خاصيتان تعتمدان على تركيب المادة ومرونتها. • الذهب قابل للطرق فيمكن تشكيله على صورة رقائق دقيقة جدًا. • النحاس قابل للسحب فيمكن سحبه على شكل أسلاك.

(٩) اكتب المصطلح العلمي: قدرة الأجسام الصلبة على العودة إلى شكلها الأصلي عندما يزول تأثير القوى الخارجية.

(١٠) ضع ✓ أو × : لا يعود الجسم إلى شكله الأصلي إذا حدث تشوه كبير لأنه تجاوز حد مرونته.

(١١) املأ الفراغ: تعتمد المرونة على القوى ..... التي تحافظ على بقاء جزيئات المادة معًا.

(١٢) اختر: الخاصية التي تمكن من تشكيل المادة على صورة رقائق دقيقة جدًا هي ..

Ⓐ قابلية الطرق. Ⓑ قابلية السحب. Ⓒ قابلية الضغط.

الدرس ٤٦ : التمدد الحراري للمواد الصلبة

وصلات التمدد

تعريفها	{ فجوات صغيرة « فواصل » تترك بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية }
تعليل	يترك المهندسون فجوات بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية « علل » للسماح بتمدد أجزاء الجسر في أيام الصيف فلا يتقوس أو تتحطم أجزاؤه
التمدد الحراري	تستخدم المواد المصممة لتتمدد حراريًا بأقل ما يمكن في .. • صنع زجاج الأفران. • صنع مرايا التلسكوبات الكبيرة.
فائدة	التغير في طول المادة الصلبة يتناسب طرديًا مع .. • التغير في درجة الحرارة. • طول الجسم.
معامل التمدد الطولي	{ التغير في الطول مقسومًا على طول الجسم والتغير في درجة الحرارة }
معامل التمدد الحجمي	{ التغير في الحجم مقسومًا على حجم الجسم والتغير في درجة الحرارة }
العلاقات الرياضية	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$ | $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$ | $\beta = 3\alpha$ α معامل التمدد الطولي $[^{\circ}C^{-1}]$ — β معامل التمدد الحجمي $[^{\circ}C^{-1}]$ ΔL التغير في الطول $[m]$ — ΔV التغير في الحجم $[m^3]$ L_1 طول الجسم $[m]$ — V_1 حجم الجسم $[m^3]$ ΔT التغير في درجة الحرارة $[^{\circ}C]$
تطبيقات التمدد الحراري	• للفولاذ والإسمنت المستخدم في المباني معامل التمدد نفسه « علل » حتى يتمددان بنفس الدرجة فلا تتصدع المباني في الأيام الحارة. • يستخدم طبيب الأسنان المواد التي يحشو بها الأسنان بحيث تتمدد وتتقلص بالمعدل نفسه لتمدد مينا الأسنان.

(١) اكتب المصطلح العلمي: فواصل تترك بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية.

(٢) اختر: التغير في طول المادة الصلبة ..... مع التغير في درجة الحرارة.

Ⓐ يتناسب طرديًا Ⓑ يتناسب عكسيًا Ⓒ لا يتناسب

(٣) اكتب المصطلح العلمي: التغير في الطول مقسومًا على طول الجسم والتغير في درجة الحرارة.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: التغير في الحجم مقسومًا على حجم الجسم والتغير في درجة الحرارة.

(٥) اختر: معامل التمدد الحجمي لجسم $6\ ^{\circ}C^{-1}$ فإن معامل تمدده الطولي يساوي ..

Ⓐ 18 . Ⓑ 6 . Ⓒ 2 .

المزدوج الحراري

تعريفه	{ شريحة ثنائية المعدن تستخدم في منظمات الحرارة }
مكوناته	شريحة من النحاس الأصفر مثبتة بجوار شريحة من الحديد
استخداماته	في منظمات الحرارة « الثرموستات » في أجهزة التدفئة والتبريد
عمله	• عند التسخين يتمدد النحاس الأصفر أكثر من تمدد الحديد فينحني الشريط. • في أجهزة التدفئة: إذا بردت الغرفة ينحني في اتجاه نقطة التوصيل الكهربائي فيشغّل المسخّن وحينما تصل درجة الحرارة إلى الدرجة المحددة في الثرموستات ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المسخّن. • في أجهزة التبريد: إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى حد معين في الثرموستات ينحني الشريط لإحداث توصيل كهربائي يشغل المبرد وعندما تنخفض الحرارة عن حد معين ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المبرد.

(٦) اكتب المصطلح العلمي: شريحة ثنائية المعدن تستخدم في منظمات الحرارة.

(٧) اختر: يستخدم المزدوج الحراري في ..

Ⓐ الأجهزة الإلكترونية. Ⓑ منظمات الحرارة « الثرموستات ». Ⓒ المصابيح الضوئية.

أمثلة

39 ص203: قطعة من الألمنيوم معامل تمددها الطولي $25\times10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$ وطولها 3.66 m عند درجة حرارة $-28\ ^{\circ}C$ ؛ كم يزداد طولها عندما تصبح درجة حرارتها $39\ ^{\circ}C$ ؟

الحل:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \Rightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (25\times10^{-6})(3.66)[(39)-(-28)] = 6.13\times10^{-3}\ m$$

41 ص203: وعاء زجاجي سعته 0.4 L ملئ بماء بارد درجة حرارته $4.4\ ^{\circ}C$ ؛ ما مقدار الماء المسكوب من الوعاء عندما يسخن الماء إلى $30\ ^{\circ}C$ ؟ علمًا أن معامل التمدد الحجمي للماء $210\times10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$.

الحل:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T} \Rightarrow \Delta V = \beta V_1 \Delta T = (210\times10^{-6})(0.4)[(30-4.4)] = 2.15\times10^{-3}\ m^3$$

أجوبة الفصل السادس

الأجوبة

الدرس ٣٥	(١) الضغط. (٤) Ⓐ (٧) المائع. (١٠) Ⓒ (١٣) ✓ (٢) ✓ (٥) × (٨) ✓ (١١) Ⓐ (١٤) ✓ (٣) Ⓑ (٦) Ⓒ (٩) × (١٢) × (١٥) ×
الدرس ٣٦	(١) قانون بويل. (٢) الصفر المطلق. (٣) Ⓐ (٤) قانون شارلز. (٥) Ⓑ
الدرس ٣٧	(١) القانون العام للغازات. (٢) × (٣) ✓
الدرس ٣٨	(١) قانون الغاز المثالي. (٢) Ⓐ (٣) عدد أفوجادرو.
الدرس ٣٩	(١) التمدد الحراري. (٣) تيار الحمل. (٥) البلازما. (٧) ✓ (٢) Ⓒ (٤) Ⓐ (٦) Ⓐ (٨) ✓
الدرس ٤٠	(١) خاصية التوتر السطحي. (٦) اللزوجة. (١١) الخاصية الشعرية (٢) Ⓑ (٧) ✓ (١٢) عملية التبخر. (٣) Ⓒ (٨) × (١٣) السوائل المتطايرة. (٤) قوى التماسك. (٩) تركيبها ، درجة حرارتها (١٤) Ⓑ (٥) Ⓐ (١٠) قوى التلاصق.
الدرس ٤١	(١) مبدأ باسكال. (٢) Ⓒ (٣) Ⓑ
الدرس ٤٢	(١) ضغط المائع. (٢) Ⓑ (٣) Ⓑ (٤) Ⓐ (٥) قوة الطفو. (٦) Ⓑ (٧) Ⓒ
الدرس ٤٣	(١) مبدأ أرخميدس. (٢) Ⓒ (٣) Ⓐ (٤) Ⓒ (٥) صفراً (٦) مئانة العوم
الدرس ٤٤	(١) مبدأ برنولي. (٢) Ⓑ (٣) Ⓐ (٤) Ⓒ (٥) Ⓓ (٦) Ⓑ (٧) Ⓐ (٨) Ⓒ
الدرس ٤٥	(١) ✓ (٥) Ⓐ (٩) مرونة الأجسام الصلبة. (٢) الشبكة البلورية. (٦) × (١٠) ✓ (٣) Ⓒ (٧) ✓ (١١) الكهرومغناطيسية (٤) المواد الصلبة البلورية (٨) Ⓒ (١٢) Ⓐ
الدرس ٤٦	(١) وصلات التمدد. (٣) معامل التمدد الطولي. (٥) Ⓒ (٧) Ⓑ (٢) Ⓐ (٤) معامل التمدد الحجمي. (٦) المزدوج الحراري.

الفصل ١: الحركة الدورانية

أساسيات الحركة الدورانية

من أمثلتها	حركة قرص الحاسوب المدمج ، حركة العربة الدوارة في مدينة الألعاب			
وحدات قياس زوايا الدوران	الوحدة	رمزها	مقدارها	الدورة الكاملة
	الدرجة	°	تعادل $\frac{1}{360}$ من الدورة الكاملة	360°
	الراديان	rad	تعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة	2π rad
إشارة الدوران	(+) الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة		(−) الدوران مع اتجاه عقارب الساعة	

الإزاحة الزاويّة : زاوية الدوران

تعريفها	{ التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم }			
زمن الدورة الكاملة	الأرض حول محورها	عقرب الثواني	عقرب الدقائق	عقرب الساعات
	24 h	60 s	60 min	12 h
الإزاحة الزاويّة لجزء من دورة	الإزاحة الزاويّة لجزء من دورة = $\frac{\text{زمن الجزء من الدورة}}{\text{زمن الدورة الكاملة}}$ × الإزاحة الزاويّة للدورة الكاملة			
دوران الأرض	(+) عندما يُرى من القطب الشمالي		(−) عندما يُرى من القطب الجنوبي	
العلاقة الرياضية	$d = r\theta$			
	d الإزاحة الخطية [m]	r نصف قطر الجسم الدوار [m]	θ الإزاحة الزاويّة [rad]	
مثال توضيحي ١	إذا كان قطر الكرة المستخدمة في فأرة حاسوب 2 cm وحركت الفأرة 12 cm فما الإزاحة الزاويّة للكرة؟			
	$r = \frac{\text{القطر}}{2} = \frac{2}{2} = 1$ cm			
	$d = r\theta \Rightarrow \theta = \frac{d}{r} = \frac{12}{1} =$ 12 rad			
مثال توضيحي ٢	أديرت عجلة قيادة سيارة بزاوية قدرها 128° ؛ فإذا كان نصف قطرها 22 cm فما المسافة التي تتحركها نقطة على الطرف الخارجي لعجلة القيادة؟			
	$\theta = \frac{128\pi}{180} = 2.23$ rad			
	$d = r\theta = 22 \times 2.23 =$ 49 cm			

السرعة الزاويّة المتجهة

تعريفها	{ الإزاحة الزاويّة مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث هذه الإزاحة }	
إشارتها	الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة (+)	الدوران مع اتجاه عقارب الساعة (−)
العلاقة الرياضية	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	ω السرعة الزاويّة المتجهة [rad/s] $\Delta\theta$ الإزاحة الزاويّة [rad] Δt زمن حدوث الدوران [s]
مثال توضيحي	يدور القمر حول محوره دورة كاملة خلال 27.3 يومًا؛ فإذا كان نصف قطر القمر 1.74×10^{6} m فاحسب تردد دوران القمر بوحدة rad/s . $\Delta t = (27.3\ d)(24\ h/d)(3600\ s/h) = 2358720\ s$ $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{2358720} = 2.66\times10^{-6}\ rad/s$	

علاقة السرعة الزاويّة المتجهة بالسرعة الخطية المتجهة

العلاقة الرياضية	$v = r\omega$ v السرعة الخطية [m/s] r نصف القطر [m] ω السرعة الزاويّة [rad/s]
مثال توضيحي	نصف قطر الحافة الخارجية لإطار 45 cm وسرعته 23 m/s ؛ احسب سرعته الزاويّة؟ $v = r\omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{23}{45\times10^{-2}} = 51.1\ rad/s$
تعليل	جميع نقاط الأرض تدور بنفس الزاوية رغم أنها تقطع مسافات مختلفة في كل دورة « علل » لأن الأرض جسم صلب وكل أجزاء الجسم الصلب تدور بنفس المعدل

التسارع الزاوي

تعريفه	{ التغير في السرعة الزاويّة مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغير }	
العلاقة الرياضية	$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	α التسارع الزاوي [rad/s²] $\Delta\omega$ السرعة الزاوية المتجهة [rad/s] Δt زمن حدوث الدوران [s]
إشارته	+ إذا كان التغير في السرعة الزاويّة المتجهة موجبًا − إذا كان التغير في السرعة الزاويّة المتجهة سالبًا	

تعليل	التسارع الزاوي يساوي صفر لجسم يدور بمعدل ثابت ؛ علل ؛ لأن سرعته الزاوية المتجهة ثابتة
فائدة	يمكن إيجاد التسارع الزاوي اللحظي بإيجاد ميل العلاقة البيانية بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن

التسارعين الخطي والزاوي	$a = r\alpha$	a التسارع الخطي [m/s^2] r نصف قطر الجسم الدوار [m] α التسارع الزاوي [rad/s^2]

مثال توضيحي

إذا كان التسارع الخطي لعربة تقل 1.85 m/s2 والتسارع الزاوي لإطاراتها 5.23 rad/s² فما قطر الإطار الواحد للعربة؟

$$a = r\alpha \Rightarrow r = \frac{a}{\alpha} = \frac{1.85}{5.23} = 0.35\ m$$

قطر الإطار $= 2r = 2 \times 0.35 = 0.7\ m$

التردد الزاوي

تعريفه	{ عدد الدورات الكاملة التي يدورها الجسم في الثانية الواحدة }	
العلاقة الرياضية	$f = \frac{\omega}{2\pi}$	f التردد الزاوي [rev/s] ω السرعة الزاوية المتجهة [rad/s]

العزم

تعريفه	{ مقياس فاعلية القوة في إحداث الدوران }	
ذراع القوة	{ المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة }	
نصف قطر الدوران	{ المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة }	
العلاقة بين ذراع القوة ونصف قطر الدوران	$L = r \sin\theta$	L ذراع القوة [m] r نصف قطر الدوران [m] θ الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران [°]
العلاقة الرياضية	$\tau = FL$ $\tau = Fr \sin\theta$	τ العزم [N.m] F القوة [N] L ذراع القوة [m] r نصف قطر الدوران [m] θ الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران [°]

مثال توضيحي ١	إذا تطلَّب تدوير جسم عزمًا مقداره 55 N.m في حين كانت أكبر قوة يمكن التأثير بها 135 N فما طول ذراع القوة الذي يجب استخدامه؟ $\tau = FL \rightarrow L = \frac{\tau}{F} = \frac{55}{135} = 0.4\ m$
مثال توضيحي ٢	ما مقدار العزم المؤثر في برغي الناتج عن قوة مقدارها 15 N تؤثر عموديًا على الاتجاه الرأسي في مفتاح شد طوله 0.25 m ؟ $\tau = Fr \sin\theta = 15 \times 0.25 \sin 90 = 3.75\ N.m$
تطبيق	عند فتح باب حر الدوران حول المِفْصَلات .. أكبر عزم: القوة تؤثر في أبعد نقطة عن المِفْصَلات / القوة متعامدة مع الباب ينعدم العزم: القوة تؤثر في المِفْصَلات / القوة موازية للباب
فائدتان	• عند فتح باب يزيد أثر قوتك كلما ابتعدت نقطة تأثير قوتك عن محور الدوران. • لا يدور الباب عندما تؤثر على مِفْصَلاته قوة عمودية.
العوامل المؤثرة في عزم الدوران	• مقدار القوة. • اتجاه القوة. • ذراع القوة. • تنبيه: بزيادة عزم الدوران تزداد السرعة الزاوية المتجهة.

محصلة العزوم

مقدارها	مجموع عزوم القوى المؤثرة	
فائدة	عند اتزان جسم تحت تأثير عزمين .. • لا يحدث دوران. • مجموع العزمين = صفرًا. • العزمين متساويين ومتعاكسي الاتجاه.	
العلاقة الرياضية	$\tau_1 = \tau_2$ / $\tau_1 + \tau_2 = 0$	τ_1 العزم الأول [N.m] τ_2 العزم الثاني [N.m]
مثال توضيحي	يجلس عليٌّ على بعد 1.8 m من مركز لعبة الميزان؛ على أي بعد من مركز اللعبة يجب أن يجلس عبدالله حتى يتزن؟ علمًا أن كتلة عليٍّ 43 kg وكتلة عبدالله 52 kg . $F_{g1} = m_1 g = 43 \times 9.8 = 421.4\ N$ ، $F_{g2} = m_2 g = 52 \times 9.8 = 509.6\ N$ $F_{g1} r_1 = F_{g2} r_2$ $421.4 \times 1.8 = 509.6 \times r_2$ $\therefore\ r_2 = \frac{421.4 \times 1.8}{509.6} = 1.49\ m$	

مركز الكتلة

تعريفه	{ نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي تتحرك بها النقطة المادية }
مثال توضيحي	تبين مواصفات سيارة أن وزنها موزع بنسبة 53% على الإطارات الأمامية و 47% على الإطارات الخلفية؛ فإذا كان طول لوح قاعدتها 2.46 m فأين يكون مركز كتلة السيارة؟ $\tau_{\text{المحصلة}} = \tau_A - \tau_B = 47\,\%\,\not{Fg}\,(2.46 - r) - 53\,\%\,\not{Fg}\,r = 0$ $0 = 47 \times 2.46 - 47r - 53r = 115.62 - 100r$ $115.62 = 100r$ $\therefore\ r = 1.1562\ \text{m}$
موقع مركز الكتلة لجسم الإنسان	• شخص يقف وبداه متدليتان جانبه: مركز الكتلة على بعد سنتمترات أسفل السرة في منتصف المسافة بين سطحي الجسم الأمامي والخلفي. • طفل: مركز الكتلة للطفل أعلى من الشخص العادي بعدة سنتمترات ؛ علل ؛ لأن رأس الطفل يكون كبيراً نسبياً بالنسبة لجسمه.
تعليل	موقع مركز كتلة جسم الإنسان غير ثابت ؛ علل ؛ لأن جسم الإنسان مرن

مركز الكتلة والاستقرار

متى يكون الجسم مستقراً؟	عندما يكون مركز الكتلة فوق قاعدة الجسم
متى يكون الجسم غير مستقر؟	عندما يكون مركز الكتلة خارج قاعدة الجسم لذلك يدور الجسم أو يتقلب دون عزم إضافي
تعليل	يتقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بسهولة بعكس الصندوق المنخفض العريض ؛ علل ؛ لأن مركز الكتلة للأول مرتفع فنحتاج إلى ميل أقل لجعله يتحرك خارج القاعدة فيتقلب بسهولة

أساسيات عن الاتزان الميكانيكي

شرطا الاتزان	(١) الاتزان الانتقالي.	(٢) الاتزان الدوراني.
الاتزان الانتقالي	• سرعة الجسم المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً.	• محصلة القوى المؤثرة = صفراً. • مجموع القوى نحو الأعلى = مجموع القوى نحو الأسفل.
الاتزان الدوراني	• سرعة الجسم الزاوية المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً.	• محصلة العزوم المؤثرة = صفراً. • مجموع العزوم في اتجاه عقارب الساعة = مجموع العزوم في عكس اتجاه عقارب الساعة.

إشارة القوة	+↑	القوة للأعلى	−↓	القوة للأسفل
إشارة العزم	+	الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة	−	الدوران مع اتجاه عقارب الساعة

الأطر المرجعية

أنواعها	• الأطر المرجعية القصورية ؛ أطر غير متسارعة ؛. • الأطر المرجعية الدوّارة ؛ أطر متسارعة ؛.

القوة الطاردة المركزية

تعريفها	{ قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تدفع الجسم إلى الخارج }
التسارع المركزي	{ تسارع ناشئ عن الحركة الدائرية واتجاهه نحو المركز }
العلاقة الرياضية	$a_c = \frac{v^2}{r}$ ، $a_c = \omega^2 r$ a_c التسارع المركزي [m/s^2] ، r نصف القطر [m] v السرعة الخطية [m/s] ، ω السرعة الزاوية المتجهة [rad/s]
فائدة	يعتمد التسارع المركزي على .. • المسافة من مركز الدوران. • مربع السرعة الزاويّة المتجهة.
مثال توضيحي	استخدم جهاز الطرد المركزي فائق السرعة لفصل مكونات الدم بحيث يولد تسارعًا مركزيًا $0.35\times10^6 g$ m/s² على بعد 2.5 cm من المحور؛ ما السرعة الزاوية المتجهة اللازمة بوحدة rev/min ؟ $a_c = \omega^2 r \Rightarrow \omega^2 = \frac{a_c}{r}$ $\omega = \sqrt{\frac{a_c}{r}} = \sqrt{\frac{0.35\times10^6\times9.8}{2.5\times10^{-2}}} = 11713.24 \text{ rad/s}$ $\omega = \frac{11713.24\times60}{2\pi} = 111909.6 \text{ rev/min}$

قوة كوريوليس

المقصود بها	قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تحرف الكرة عن مسارها
قوة كوريوليس الناشئة عن دوران الأرض	• في نصف الكرة الشمالي: الجسم المتحرك شمالاً ينحرف نحو الشرق. • في نصف الكرة الجنوبي: الجسم المتحرك جنوباً ينحرف نحو الغرب.

الفصل ٢ : الزخم وحفظه

الدفع

تعريفه	{ حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة على جسم في زمن تأثيرها }
العوامل المؤثرة فيه	• القوة المؤثرة. • زمن تأثير القوة.
العلاقة الرياضية	الدفع = $F\Delta t$ ؛ الدفع $F\Delta t$ [N.s] القوة F [N] زمن تأثير القوة Δt [s]
مثال توضيحي	ضُرِبَ لاعب قرص هوكي مؤثراً فيه بقوة ثابتة مقدارها 30 N مدة 0.16 s ؛ ما مقدار الدفع المؤثر في القرص؟ الدفع = $F\Delta t = 30 \times 0.16 =$ 4.8 N.s
تعليل	يمكن أن يكتسب جسماً ما دفعاً كبيراً من قوة صغيرة ؛ علل ؛ إذا أثرت القوة على الجسم لفترة زمنية طويلة
فوائد	• دفع القوة المتغيرة يساوي المساحة تحت منحنى العلاقة بين القوة والزمن • القوة المسببة للدفع كمية متجهة لذا فالدفع كمية متجهة. • اتجاه الدفع يكون في نفس اتجاه القوة المسببة له.

الزخم ؛ الزخم الخطي ؛

تعريفه	{ حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة }
العوامل المؤثرة فيه	• كتلة الجسم. • سرعة الجسم.
مثال توضيحي	هل يمكن أن يتساوى زخم رصاصة مع زخم شاحنة؟ فسر ذلك. نعم يمكن ذلك؛ إذا كانت .. نسبة كتلة الرصاصة إلى كتلة الشاحنة = نسبة سرعة الشاحنة إلى سرعة الرصاصة
العلاقة الرياضية	$p = mv$ ؛ الزخم p [kg.m/s] كتلة الجسم m [kg] سرعة الجسم v [m/s]
مثال توضيحي	إذا كانت كتلة أخيك 35.6 kg وكان لديه لوح تزلج كتلته 1.3 kg فما الزخم المشترك لأخيك مع لوح التزلج إذا تحركا معاً بسرعة 9.5 m/s ؟ $p = (m_1 + m_2)v = (35.6 + 1.3)9.5 =$ 350.55 kg.m/s
فائدتان	• سرعة الجسم كمية متجهة مما يعني أن زخمه كمية متجهة. • اتجاه زخم الجسم يكون في نفس اتجاه سرعته المتجهة.

نظرية الدفع ـ الزخم

نصها	{ الدفع على جسم يساوي زخمه النهائي مطروحًا منه زخمه الابتدائي }
العلاقات الرياضية	$F\Delta t = mv_f - mv_i$ ، $F\Delta t = p_f - p_i$ $F\Delta t$ الدفع [N.s] v_f سرعة الجسم النهائية [m/s] p_f الزخم النهائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_i سرعة الجسم الابتدائية [m/s] p_i الزخم الابتدائي [kg.m/s]
تعليل	تزود السيارات بماص صدمات يمكنه الانضغاط في أثناء الاصطدام ؛ **علل** ؛ **لتقليل القوة المؤثرة بزيادة زمن تأثيرها**
أنظمة الأمان في السيارات	لا يتأثر الدفع المؤثر على السائق بوجود الوسادة الهوائية من عدمه لكنها تعمل على .. • تقليل القوة بزيادة زمن تأثيرها. • تزيد المساحة المؤثرة عليها القوة فتقلل من احتمالات الإصابة.

قانون حفظ الزخم

نصه	{ زخم أي نظام مغلق ومعزول لا يتغير }	
النظام المغلق	{ النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها }	
النظام المعزول	{ النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه = صفرًا }	
تصادم جسمين	لجسمين يتصادمان .. $p_{Ci} + p_{Di} = p_{Cf} + p_{Df}$ $m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = m_C v_{Cf} + m_D v_{Df}$ وإذا التحم الجسمان بعد التصادم .. $m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$	C الجسم الأول D الجسم الثاني p_f الزخم النهائي [kg.m/s] p_i الزخم الابتدائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_i السرعة الابتدائية [m/s] v_f السرعة النهائية [m/s]
مثال توضيحي ١	اصطدمت سيارتا شحن كتلة كل منهما 3×10^5 kg فالتصقتا معًا ؛ فإذا كانت سرعة إحداهما قبل التصادم مباشرة 2.2 m/s والأخرى ساكنة فما سرعتهما النهائية؟ $m_C v_{Ci} = (m_C + m_D) v_f$ $3\times10^5 \times 2.2 = (3\times10^5 + 3\times10^5) v_f$ $6.6\times10^5 = 6\times10^5 v_f$ $v_f = \frac{6.6\times10^5}{6\times10^5} = +1.1$ m/s	

شرطا حفظ زخم النظام	(١) عدم فقدان النظام أو اكتسابه أي كتلة ؛ نظام مغلق ؛. (٢) أن تكون القوى المؤثرة فيه قوى داخلية فقط ؛ نظام معزول ؛.
فائدة	عند حدوث تصادم بين الجسم C والجسم D .. • القوة المؤثرة من C على D تساوي وتعاكس القوة المؤثرة من D على C . • دفعا الجسمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه. • مجموع زخمي الجسمين قبل التصادم = مجموع زخميهما بعد التصادم. • الزخم المكتسب من الجسم D = الزخم المفقود من الجسم C . • إذا التحم الجسمان المتصادمان فإن فهما السرعة المتجهة النهائية نفسها.
مثال توضيحي	تتحرك كرة على طاولة البلياردو فتصطدم بكرة أخرى ساكنة؛ فإذا كان للكرتين نفس الكتلة وسكنت الكرة الأولى بعد تصادمهما معًا فماذا تستنتج حول سرعة الكرة الثانية بعد التصادم؟ سرعة الكرة الثانية بعد التصادم تساوي سرعة الكرة الأولى قبل التصادم؛ لأن الزخم الذي اكتسبته الكرة الثانية يساوي الزخم الذي فقدته الكرة الأولى

الارتداد

من أمثلته	البندقية والرصاصة، القذيفة والمدفع، الصاروخ، الطائرة النفاثة	
فائدة	للنظام المكون من القذيفة والمدفع .. • عندما تُطلَق القذيفة للأمام يرتد المدفع للخلف. • زخم النظام قبل إطلاق القذيفة = زخم النظام بعد إطلاق القذيفة = صفراً. • عند إطلاق القذيفة من المدفع زخم القذيفة يساوي ويعاكس زخم المدفع. • سرعة إطلاق القذيفة أكبر من سرعة ارتداد المدفع ؛ علل ؛ لأن كتلة القذيفة أقل.	
العلاقة الرياضية	$p_{cr} = -p_{Dr}$ $m_c v_{cr} = -m_D v_{Dr}$	C الجسم الأول D الجسم الثاني p_f الزخم النهائي [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v_f السرعة النهائية [m/s]
الدفع في الفضاء	• يُشكِّل الصاروخ والمواد الكيميائية معًا نظامًا مغلقًا ومعزولاً. • تندفع الغازات من فوهة العادم للخلف بسرعة كبيرة لذا يندفع الصاروخ للأمام. • محرك الصواريخ الكيميائية يعمل لدقائق أما المحرك الأيوني فيعمل لفترات طويلة. • دفع المحرك الأيوني أكبر بكثير من دفع محرك الصاروخ الكيميائي.	

مثال توضيحي	أُطلق نموذج لصـــاروخ كتلته 4 kg بحيث ينفث 0.05 kg من الوقود المحترق من العادم بسرعة مقدارها 625 m/s ؛ ما سرعة الصاروخ المتجهة بعد احتراق الوقود؟ $m_C v_{Cf} = -m_D v_{Df}$ $4v_{Cf} = -0.05 \times -625 = 31.25$ $v_{Cf} = \frac{31.25}{4} = +7.8\ m/s$

التصادم في بعدين

فوائد	• زخم الجسم المتحرك بزاوية θ مع محور x يحلل إلى مُرَكَّبتين أفقية ورأسية. • زخم الجسم المتحرك أفقيًا باتجاه محور x له مُرَكَّبة أفقية فقط ومُرَكَّبته الرأسية باتجاه محور y = صفر. • زخم الجسم المتحرك رأسيًا باتجاه محور y له مُرَكَّبة رأسية فقط ومُرَكَّبته الأفقية باتجاه محور x = صفر.
حساب مركبتي الزخم	المركبة الأفقية p_x: $p_x = p\cos\theta$ المركبة الرأسية p_y: $p_y = p\sin\theta$
حفظ الزخم في بعدين	• مجموع مركبات الزخم الأفقية قبل التصادم = مجموع مركباته الأفقية بعد التصادم. • مجموع مركبات الزخم الرأسية قبل التصادم = مجموع مركباته الرأسية بعد التصادم.
تنبيهان	• جسمان يتحركان باتجاهين متعامدين والتحما بعد تصادمهما لحسب الزخم الكلي بعد التصادم باستخدام نظرية فيثاغورس $p_f^2 = p_{fx}^2 + p_{fy}^2$. • إذا التحم جسمان بعد تصادمهما فإنهما يتحركان بسرعة واحدة v_f .

الفصل ٣ : الشغل والطاقة والآلات البسيطة

الشغل والطاقة

تعريفات	الطاقة	{ قدرة الجسم على إحداث تغيير في ذاته أو فيما يحيط به }
	الطاقة الحركية	{ الطاقة الناتجة عن حركة الجسم }
	الشغل	{ انتقال الطاقة بطرائق ميكانيكية }
	نظرية الشغل ـ الطاقة	{ إذا بُذِلَ شغل على جسم ما فإن طاقته الحركية تتغير }

العلاقة الرياضية

$$W = KE_f - KE_i$$
$$W = Fd$$
$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

W الشغل [J]
KE_f الطاقة الحركية النهائية [J]
KE_i الطاقة الحركية الابتدائية [J]
F متوسط القوة [N] d الإزاحة [m]
m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]

مثال توضيحي

يبلغ ارتفاع الطابق الثالث لمنزل 8 m فوق مستوى الشارع؛ ما مقدار الشغل اللازم لنقل ثلاجة كتلتها 150 kg إلى الطابق الثالث؟

$$F = F_g = mg = 150 \times 9.8 = 1470\ \text{N}$$
$$W = Fd = 1470 \times 8 = 11760\ \text{J}$$

النظام	الجسم موضع الدراسة	المحيط الخارجي	كل شيء حول الجسم ما عدا الجسم

فالتان
- إذا بَذَلَ المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن الشغل موجب وتزيد طاقة النظام.
- إذا بَذَلَ النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل سالب وتنقص طاقة النظام.

حساب الشغل

القوى المؤثرة على جسم

القوة	رمزها	اتجاه القوة	رسم توضيحي
القوة المحركة	F	باتجاه الحركة	
قوة الوزن	F_g	عمودية للأسفل	
القوة العمودية	F_N	عمودية على الجسم للأعلى	
قوة الاحتكاك	F_k	معاكسة لاتجاه الحركة	

العلاقة الرياضية	$W = Fd\cos\theta$ W الشغل [J] — d الإزاحة [m] F متوسط القوة [N] — θ الزاوية بين القوة والإزاحة [°]
مثال توضيحي	يستخدم حبل في سحب صندوق معدني مسافة 15 m ؛ فإذا كان الحبل يصنع زاوية 46° فوق سطح الأرض وتؤثر قوة 628 N في الحبل فاحسب الشغل الذي تبذله القوة. $W = Fd\cos\theta = 628 \times 15\cos 46 = 6543.6$ J
فوائد	• كل قوة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة تحلل إلى مركبتين أفقية ورأسية. • شغل القوة المحركة موجب لأن القوة باتجاه الإزاحة. • شغل القوة العمودية على الإزاحة = صفراً. • شغل قوة الاحتكاك سالب لأن القوة بعكس اتجاه الإزاحة.
مثال توضيحي	قمر صناعي يدور حول الأرض؛ هل تبذل قوة الجاذبية الأرضية أي شغل على القمر؟ لا تبذل قوة الجاذبية الأرضية شغلاً على القمر؛ لأنها عمودية على اتجاه الحركة
شغل القوة المتغيرة	• مقداره: المساحة تحت المنحنى البياني القوة ـ الإزاحة. • مثاله: شغل النابض = مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ × القاعدة × الارتفاع .

القدرة

تعريفها	{ المعدل الزمني لبذل الشغل }	
الواط	{ انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال فترة زمنية مقدارها 1 s }	
العلاقة الرياضية	$P = \frac{W}{t}$ $P = Fv$	P القدرة [W] — F القوة [N] W الشغل [J] — v السرعة [m/s] t الزمن [s]
مثال توضيحي ١	يُولد محرك كهربائي قدرة مقدارها 65 kW لرفع مصعد مكتمل الحمولة مسافة 17.5 m خلال 35 s ؛ ما مقدار القوة التي يبذلها المحرك؟ $P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} \Rightarrow F = \frac{Pt}{d} = \frac{65\times10^3\times35}{17.5} = 13000$ N	
مثال توضيحي ٢	يدفع محرك قاربًا على سطح الماء بسرعة ثابتة مقدارها 15 m/s من خلال التأثير عليه بقوة مقدارها 6 kN ليوازن قوة مقاومة الماء لحركة القارب؛ ما قدرة محرك القارب؟ $P = Fv = 6\times10^3 \times 15 = 90000$ W	

أساسيات عن الآلات

أنواعها	• آلات بسيطة: البكرة، الوتد، الرافعة. • آلات مُركّبة: الدراجة، السيارة.		
فائدتها	تسهيل أداء المهام ، تخفيف الحمل	عملها	تغيير مقدار القوة أو اتجاهها

كفاءة الآلة : الفاعلية :

تعريفات	كفاءة الآلة	{ نسبة الفائدة الميكانيكية إلى الفائدة الميكانيكية المثالية }
	الفائدة الميكانيكية	{ نسبة المقاومة إلى القوة }
	الفائدة الميكانيكية المثالية	{ إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة }
العلاقات الرياضية	$MA = \frac{F_r}{F_e}$	$IMA = \frac{d_e}{d_r}$	$e = \frac{MA}{IMA} \times 100$
	MA الفائدة الميكانيكية	d_r إزاحة المقاومة [m]	e كفاءة الآلة
	IMA الفائدة الميكانيكية المثالية	F_r المقاومة [N]	
	d_e إزاحة القوة [m]	F_e القوة [N]	
مثال توضيحي	نظام بكرة يستخدم لرفع جسم وزنه 1345 N مسافة 0.975 m حيث يُسحب الحبل مسافة 3.9 m عن طريق التأثير فيه بقوة 375 N ؛ ما كفاءة النظام؟		
	$MA = \frac{F_r}{F_e} = \frac{1345}{375} = 3.58$ ، $IMA = \frac{d_e}{d_r} = \frac{3.9}{0.975} = 4$		
	$e = \frac{MA}{IMA} \times 100 = \frac{3.58}{4} \times 100 = 89.5\%$		

كفاءة الآلة : الفاعلية :

تعريفها	{ نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول }		
الشغل المبذول	{ الشغل الذي يُبذَل على الآلة }	الشغل الناتج	{ الشغل الذي تبذله الآلة }
فائدتان	• كفاءة الآلة الحقيقية أقل من 100% لأن الشغل الناتج أقل من الشغل المبذول. • كفاءة الآلة المثالية 100% لأن الشغل الناتج = الشغل المبذول.		
العلاقة الرياضية	$e = \frac{W_o}{W_i} \times 100$ $e = \frac{F_r d_r}{F_e d_e} \times 100$		
	e كفاءة الآلة	F_r المقاومة [N]	
	W_o الشغل الناتج [J]	F_e القوة [N]	
	W_i الشغل المبذول [J]	d_e إزاحة القوة [m]	
	d_r إزاحة المقاومة [m]		

مثال توضيحي	إذا أثرت بقوة 225 N في رافعة لرفع صخرة وزنها 1.25×10^3 N مسافة 13 cm وكانت كفاءة الرافعة 88.7% فما المسافة التي تحركتها نهاية الرافعة من جهتك؟ $e=\frac{F_r d_r}{F_e d_e}\times100 \rightarrow d_e=\frac{F_r d_r}{F_e e}\times100$ $\therefore\ d_e=\frac{1.25\times10^3\times13\times10^{-2}}{225\times88.7}\times100=0.81\ m$

الآلات المركبة

تعريفها	{ الآلة التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معًا }	
فائدتها الميكانيكية	$MA=MA_1\times MA_2$	MA الفائدة الميكانيكية للآلة المركبة MA_1 الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة الأولى MA_2 الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة الثانية
فائدتها الميكانيكية المثالية	$IMA=IMA_1\times IMA_2$	IMA الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المركبة IMA_1 الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة الأولى IMA_2 الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة الثانية
تعليل	عند صعود التل بدراجة هوائية فإن السائق يزيد الفائدة الميكانيكية المثالية لها « **علل** » وذلك لزيادة القوة التي يؤثر بها الدولاب في الطريق	

آلة المشي البشرية

أنظمة الرافعات في جسم الإنسان	• قضيب صلب « العظام ». • نقطة ارتكاز « المفاصل المتحركة بين العظام ».	• مصدر قوة « العضلات ». • مقاومة « وزن الجسم ».
تعليل	في سباقات المشي يُؤرجح المتسابق وركَه نحو الأعلى « **علل** » وذلك لزيادة سرعته عن طريق زيادة طول الرافعة المكونة من عظام الساق	
فالدتان	• الفائدة الميكانيكية لأنظمة الروافع عند طوال القامة أقل منها عند قصار القامة. • في سباقات المشي يستطيع طوال القامة المشي أسرع من قصار القامة.	

الفصل ٤ : الطاقة وحفظها

نظرية الشغل ـ الطاقة

فائدتان	• طاقة النظام تزيد بمقدار الشغل المبذول على النظام وتنقص بمقدار الشغل الذي يبذله. • الطاقة الحركية النهائية = الطاقة الحركية الابتدائية + الشغل المبذول على الجسم.
العلاقة الرياضية	$KE_f = KE_i + W$ $W = Fd$ $KE = \frac{1}{2}mv^2$ W الشغل [J] KE_f الطاقة الحركية النهائية [J] KE_i الطاقة الحركية الابتدائية [J] F متوسط القوة [N] d الإزاحة [m] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]
مثال توضيحي	سيارة كتلتها 875 kg زادت سرعتها من 22 m/s إلى 44 m/s عند تجاوزها سيارة أخرى؛ ما مقدار طاقتي حركتها الابتدائية والنهائية؟ وما الشغل المبذول عليها لزيادة سرعتها؟ $KE_i = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}(875)(22)^2 = 211750\ J$ $KE_f = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}(875)(44)^2 = 847000\ J$ $KE_f = KE_i + W \rightarrow W = KE_f - KE_i = 847000 - 211750 = 635250\ J$

الطاقة الحركية

أنواعها	• طاقة حركية خطية. • طاقة حركية دورانية.
العوامل التي تعتمد عليها	• كتلة الجسم: تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع كتلته. • سرعة الجسم: تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع مربع سرعته.
فوائد	• تعتمد طاقة الحركة الدورانية للجسم على سرعته الزاويّة. • محرك الشاحنة يبذل شغلاً أكبر من شغل محرك السيارة الصغيرة عندما تسيران بنفس السرعة لأن كتلة الشاحنة أكبر.

أساسيات الطاقة المختزنة

أنواعها	الطاقة المختزنة بطرق ميكانيكية	الطاقة الكيميائية
	طاقة وضع الجاذبية ، طاقة الوضع المرونية	الطاقة المختزنة في الوقود

طاقة وضع الجاذبية	{ طاقة مختزنة في النظام نتيجة تأثير قوة الجاذبية }	
العوامل المؤثرة فيها	• وزن الجسم. • بعد الجسم عن مستوى الإسناد.	
مستوى الإسناد	{ المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع = صفرًا }	
العلاقة الرياضية	$PE = mgh$	PE طاقة وضع الجاذبية [J] m كتلة الجسم [kg] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s^2] h الارتفاع الرأسي عن مستوى الإسناد [m]
فوائد	• أثناء صعود الجسم تبذل الجاذبية شغلاً سالبًا يبطئ من سرعته حتى يتوقف. • أثناء سقوط الجسم تبذل الجاذبية شغلاً موجبًا يزيد من سرعته.	
مثال توضيحي ١	رفع طالب كتابًا كتلته 2.2 kg من فوق سطح طاولة ارتفاعها عن سطح الأرض 0.8 m ثم وضعه على رف الكتب الذي يرتفع عن سطح الأرض مسافة 2.1 m ؛ ما طاقة الوضع للكتاب بالنسبة لسطح الطاولة؟ $PE = mg(h_2 - h_1) = 2.2 \times 9.8(2.1 - 0.8) = 28\ J$	
مثال توضيحي ٢	إذا سقطت قطعة طوب كتلتها 1.8 kg من مدخنة ارتفاعها 6.7 m إلى سطح الأرض فما مقدار التغير في طاقة وضعها؟ $\Delta PE = mg(h_2 - h_1) = 1.8 \times 9.8(0 - 6.7) = -118.2\ J$	
تحولات الطاقة لكرة تقذف رأسيًا لأعلى	• لحظة قذف الكرة يمتلك النظام طاقة حركية أما طاقة الوضع = صفرًا. • أثناء الصعود لأعلى تتحول طاقة الحركة تدريجيًا إلى طاقة وضع. • عند أقصى ارتفاع يمتلك النظام طاقة وضع أما طاقة الحركة = صفرًا.	

أساسيات عن طاقة الوضع المرونية

تعريفها	{ طاقة مختزنة في الجسم المرن نتيجة تغير شكله }
من أمثلتها	• طاقة الوتر المشدود. • طاقة النابض المشدود. • طاقة منصات القفز.
تحولات الطاقة في وتر القوس	• الشغل المبذول لسحب وتر القوس يُختزن على شكل طاقة وضع مرونية في الوتر. • عند إفلات الوتر تتحول طاقة وضعه المرونية إلى طاقة حركية فيندفع إلى الأمام.
تحولات الطاقة في لعبة القفز بالزانة	• يركض اللاعب حاملاً عصا الزانة فيكتسب طاقة حركية. • عند ثني العصا يتحول جزء من الطاقة الحركية إلى طاقة وضع مرونية في العصا. • عندما تستقيم العصا تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركية فيرتفع اللاعب.

مثال توضيحي	لماذا تتغير القفزة كثيراً في رياضة القفز بالزانة عند استبدال العصا الخشبية القاسية بعصا مصنوعة من الألياف الزجاجية؟ يعتمد ارتفاع القفزة على مقدار طاقة الوضع المختزنة في عصا الزانة .. • العصا الخشبية القاسية يصعب انحناؤها لذا يصعب بذل شغل عليها فلا تخزن طاقة وضع كبيرة. • العصا المصنوعة من الألياف الزجاجية عالية المرونة يسهل انحناؤها فتخزن طاقة وضع أكبر.
الطاقة السكونية	{ كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء }
العلاقة الرياضية	$E_0 = mc^2$ E_0 الطاقة السكونية [J] m الكتلة [kg] c سرعة الضوء [m/s]

قانون حفظ الطاقة

نصه	{ في النظام المعزول المغلق الطاقة لا تفنى ولا تستحدث }
النظام المعزول	{ النظام الذي لا تؤثر فيه أي قوة خارجية }
النظام المغلق	{ النظام الذي لا يدخل إليه أو يخرج منه أي جسم }
الطاقة الميكانيكية	{ مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية في النظام }
العلاقة الرياضية	$E = KE + PE$ E الطاقة الميكانيكية [J] KE الطاقة الحركية [J] PE طاقة وضع الجاذبية [J]

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

نصه	{ مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد وقوع الحدث }	
العلاقات الرياضية	$KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$ إذا أثرت قوة خارجية على النظام فإن .. $KE_1 + PE_1 + W = KE_2 + PE_2$	KE_1 الطاقة الحركية الابتدائية [J] PE_1 طاقة وضع الجاذبية الابتدائية [J] KE_2 الطاقة الحركية النهائية [J] PE_2 طاقة وضع الجاذبية النهائية [J] W شغل القوة الخارجية [J]

فائدة	الزيادة في طاقة وضع النظام المغلق المعزول = النقص في طاقته الحركية
مثال توضيحي	يقترب سائق دراجة من تل بسرعة 8.5 m/s ؛ فإذا كانت كتلة السائق والدراجة 85 kg فاحسب طاقة الحركة الابتدائية للنظام، وإذا صعد السائق التل بالدراجة فاحسب الارتفاع الذي ستوقف عنده الدراجة بإهمال المقاومات. $KE_1 = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}(85)(8.5)^2 = 3070.6\ \text{J}$ $KE_2 = 0$ ، $PE_1 = 0$ $KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$ $3070.6 + 0 = 0 + mgh \Rightarrow h = \frac{3070.6}{mg} = \frac{3070.6}{85\times9.8} = 3.68\ \text{m}$
تعليل	تضاؤل تأرجح البندول إلى أن يتوقف ؛ علل ؛ بسبب وجود مقاومة الهواء يتحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية

التصادمات

أنواعها	• فوق المرن ؛ الانفجاري ؛. • المرن. • عديم المرونة.
التصادم فوق المرن	{ التصادم الذي تزداد فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم }
التصادم المرن	{ التصادم الذي تبقى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده متساويتين }
التصادم عديم المرونة	{ التصادم الذي تقل فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم }
حفظ الزخم	$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$ حيث .. $p = mv$ p_{Ai} زخم الجسم الأول قبل التصادم [kg.m/s] p_{Bi} زخم الجسم الثاني قبل التصادم [kg.m/s] p_{Af} زخم الجسم الأول بعد التصادم [kg.m/s] p_{Bf} زخم الجسم الثاني بعد التصادم [kg.m/s] m كتلة الجسم [kg] v سرعة الجسم [m/s]
مثال توضيحي	انطلقت رصاصة كتلتها 8 g نحو قطعة خشبية كتلتها 9 kg موضوعة على سطح طاولة فاستقرت فيها وتحركتا معاً كجسم واحد بسرعة 10 m/s ؛ ما مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة؟ $m_A v_{Ai} = (m_A + m_B)v_f$ $8\times10^{-3}v_{Ai} = (8\times10^{-3} + 9)(10)$ $8\times10^{-3}v_{Ai} = 90.08$ $v_{Ai} = \frac{90.08}{8\times10^{-3}} = 11260\ \text{m/s}$

الفصل ٥ : الطاقة الحرارية

الطاقة الحرارية

تعريفها	{ مقياس للحركة الداخلية لجزيئات الجسم }
فوائد	• تمتلك جزيئات الغاز طاقة حركية خطية، طاقة حركية دورانية، طاقة وضع. • تنتقل الطاقة بين الجزيئات نتيجة تصادمها مع بعضها البعض. • الطاقة الكلية لجزيئات الغاز تسمى الطاقة الحرارية وتتناسب مع عدد الجزيئات.
تعليل	يتمدد البالون المملوء بغاز الهيليوم عند تعريضه لأشعة الشمس ؛ علل : لأن طاقة أشعة الشمس تجعل ذرات الغاز تتحرك أسرع فتصطدم بجدران البالون بمعدل أكبر

درجة الحرارة

حدود درجات الحرارة	لدرجات الحرارة في الكون مدى واسع .. • لا يوجد حد أعلى لدرجات الحرارة. • يوجد حد أدنى لدرجات الحرارة يسمى الصفر المطلق ويساوي 273 °C− .
فائدة	درجة حرارة الجسم .. • تتناسب طرديًا مع متوسط الطاقة الحركية للجزيئات فيه. • لا تعتمد على عدد الجزيئات فيه.
متوسط طاقة حركة جزيئات الجسم	• متوسط طاقة جزيئات الجسم الساخن أكبر من متوسط طاقة جزيئات الجسم البارد. • متوسط طاقة حركة الجزيئات في الجسم يساوي قسمة الطاقة الحركية الكلية للجسم على عدد الجزيئات في هذا الجسم.

مقاييس الحرارة « أجهزة قياس الحرارة »

أنواعها	• مقاييس الحرارة المنزلية: يتمدد الكحول الملون مشيراً إلى درجة الحرارة. • مقاييس الحرارة السائلة ـ البلورية: يتغير لون البلورة بتغير ترتيب السوائل البلورية مشيراً إلى درجة الحرارة. • مقاييس الحرارة الطبية: تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة. • مقاييس الحرارة في محركات المركبات: تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة.

أنظمة قياس درجة الحرارة

أنواع أنظمة القياس

النظام	الوحدة	درجة تجمد الماء	درجة غليان الماء عند مستوى سطح البحر
سلسيوس	°C	0	100
فهرنهايت	F	32	212
كلفن	K	273	373

فائدة

عند تبريد غاز مثالي إلى درجة الصفر المطلق ..

- تتلاشى الفراغات بين الذرات.
- تفقد ذرات الغاز المثالي طاقتها كاملة.
- حجم الغاز المثالي مساوٍ لحجم ذرات هذا الغاز.

العلاقة الرياضية

$$T_K = T_C + 273$$

T_K درجة الحرارة حسب مقياس كلفن [K]

T_C درجة الحرارة حسب مقياس سلسيوس [°C]

مثال توضيحي

حول درجة الحرارة 5 °C إلى كلفن ودرجة الحرارة 34 K إلى السلسيوس.

$$T_K = T_C + 273 = 5 + 273 = 278\ K$$

$$T_K = T_C + 273 \Rightarrow T_C = T_K - 273 = 34 - 273 = -239\ °C$$

الحرارة

تعريفها: { الطاقة التي تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد تلقائيًا }

إشارتها: (+) إذا امتص الجسم حرارة — (−) إذا بعث الجسم الحرارة

طرق انتقال الحرارة

طريقة انتقال الحرارة	الوسط الناقل
التوصيل الحراري	المواد الصلبة
الحمل الحراري	السوائل والغازات
الإشعاع الحراري	الفراغ

التوصيل الحراري: { عملية نقل الطاقة الحركية عند تصادم الجزيئات بعضها ببعض }

كيف يحدث؟: عند تسخين طرف قضيب معدني فإن الطرف الآخر للقضيب يسخن أيضًا ؛ علل ؟ بسبب انتقال الطاقة الحرارية عند تصادم الجزيئات المتلامسة بعضها ببعض

الحمل الحراري: { حركة المائع في السائل أو الغاز بسبب اختلاف درجات الحرارة }

الإشعاع الحراري: { انتقال الطاقة الحرارية بوساطة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ }

الحرارة النوعية

تعريفها	{ كمية الطاقة التي تكتسبها المادة لترتفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة درجة واحدة }
فائدة	تزداد درجة حرارة الجسم عند تدفق الحرارة إليه وتعتمد الزيادة على .. • حجم الجسم. • طبيعة المادة التي يتكوّن منها الجسم.
تعليل	رمل الشاطئ يسخن أسرع من ماء البحر ؛ علل ؛ لأن الحرارة النوعية للرمل أقل منها للماء

الطاقة الحرارية المكتسبة والمفقودة

العوامل المؤثرة فيها	• كتلة الجسم. • التغير في درجة حرارة الجسم. • الحرارة النوعية لمادة الجسم.
العلاقة الرياضية	$Q = mC(T_f - T_i)$ Q الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة [J] — T_f درجة الحرارة النهائية [K] m كتلة الجسم [kg] — T_i درجة الحرارة الابتدائية [K] C الحرارة النوعية للمادة [J/kg.K]
مثال توضيحي	عندما تفتح صنبور الماء الساخن لغسل الأواني فإن أنابيب المياه تسخن ؛ ما كمية الحرارة التي يمتصها أنبوب كتلته 2.3 kg وحرارته النوعية 385 J/kg.°C عندما ترتفع درجة حرارته من 20 °C إلى 80 °C ؟ $Q = mC(T_f - T_i) = (2.3)(385)(80 - 20) =$ 53130 J
تكاليف استخدام الطاقة الكهربائية	$\text{تكاليف الاستخدام} = \frac{Q \times \text{السعر}}{3.6\times10^6}$ تكاليف الاستخدام [ريال] Q الطاقة الحرارية [J] السعر [ريال]
مثال توضيحي	تبيع شركات الكهرباء كل 1 kWh بمبلغ 0.15 ريال ؛ ما تكلفة تسخين 75 kg ماء من درجة 15 °C إلى 43 °C ؟ إذا علمت أن الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg.°C . $Q = mC(T_f - T_i) = (75)(4180)(43 - 15) = 7837500$ J $\text{تكاليف الاستخدام} = \frac{Q \times \text{السعر}}{3.6\times10^6} = \frac{7837500\times0.15}{3.6\times10^6} =$ 0.326 ريال

المسعر

تعريفه	{ أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقة الحرارية }	مبدأ عمله	مبدأ حفظ الطاقة
استخداماته	• قياس التغير في الطاقة الحرارية. • قياس محتوى الأطعمة من الطاقة.		

مبدأ حفظ الطاقة	{ تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم الأول مضافًا إليها الطاقة الحرارية للجسم الثاني مقدارًا ثابتًا }	
العلاقة الرياضية	$E_A + E_B = \text{ثابت}$	E_A الطاقة الحرارية للجسم A [J] E_B الطاقة الحرارية للجسم B [J]

الاتزان الحراري

تعريفه	{ الحالة التي يتساوى عندها معدلا تدفق الطاقة بين جسمين متلامسين }	
فائدة	نظام مغلق ومعزول مكون من جسمين متلامسين الأول ساخن والآخر بارد .. • تتدفق الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد فتنقص طاقة الأول وتزيد طاقة الثاني بالمقدار نفسه. • التغير في طاقة الجسم الساخن سالب والتغير في طاقة الجسم البارد موجب. • تنقص درجة حرارة الجسم الساخن وتزيد درجة حرارة الجسم البارد. • عند الاتزان درجة الحرارة النهائية للجسم الأول تساوي درجة الحرارة النهائية للجسم الثاني وتساوي درجة الحرارة النهائية النظام.	
درجة الحرارة النهائية للنظام عند الاتزان	$T_f = \frac{m_A C_A T_A + m_B C_B T_B}{m_A C_A + m_B C_B}$ لجسمين من النوع نفسه ولهما الكتلة نفسها .. $T_f = \frac{T_A + T_B}{2}$	T_f درجة الحرارة النهائية للنظام [K] A ، B الجسمين المتلامسين m كتلة الجسم [kg] C الحرارة النوعية للمادة [J/kg.K] T درجة حرارة الجسم [K]
مثال توضيحي	إذا خلطت عينة ماء كتلتها 2×10^2 g ودرجة حرارتها 80 °C مع عينة ماء كتلتها 2×10^2 g ودرجة حرارتها 10 °C فما درجة الحرارة النهائية للخليط؟ $T_f = \frac{T_A + T_B}{2} = \frac{80+10}{2} = 45°C$	

تغير حالة المادة

تعريفه	{ تغير الشكل والطريقة التي تُخزَّنُ الذراتُ بوساطتها الطاقة الحرارية }		
حالات المادة	• الصلبة.	• السائلة.	• الغازية.
درجة الانصهار	{ درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة }		

درجة الغليان	{ درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية }
تعليلان	• أثناء عملية انصهار المادة الصلبة تبقى درجة الحرارة ثابتة ؛ علل ؛ لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات. • أثناء عملية غليان المادة السائلة تبقى درجة الحرارة ثابتة ؛ علل ؛ لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات.
فائدتان	• بعد تحول المادة الصلبة كليًا إلى سائل فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة السائل. • بعد تحول المادة السائلة كليًا إلى بخار فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة البخار.

أساسيات عن الحرارة الكامنة للانصهار

تعريفها	{ كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة الصلبة إلى السائلة عند درجة الانصهار }	
فائدة	الحرارة المفقودة عند التجمد = − الحرارة المكتسبة عند الانصهار	
العلاقة الرياضية	$Q = mH_f$	Q الحرارة اللازمة لصهر الكتلة الصلبة [J] m الكتلة الصلبة من المادة [kg] H_f الحرارة الكامنة لانصهار المادة الصلبة [J/kg]
مثال توضيحي	كانت إحدى طرق التبريد قديمًا باستخدام ثوح من الجليد كتلته 20 kg في صندوق الجليد المنزلي؛ فإذا كانت درجة حرارة الجليد 0 °C فما مقدار الحرارة التي يمتصها القالب أثناء انصهاره؟ علمًا أن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد 3.34×10^5 J/kg . $Q = mH_f = (20)(3.34\times10^5) = 6.6810^6$ J	

أساسيات عن الحرارة الكامنة للتبخر

تعريفها	{ كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة السائلة إلى الغازية عند درجة الغليان }	
فائدة	ميل العلاقة البيانية بين درجة حرارة المادة والحرارة التي تكتسبها مقلوب الحرارة النوعية للمادة	
العلاقة الرياضية	$Q = mH_v$	Q الحرارة اللازمة لتبخير السائل [J] m كتلة السائل [kg] H_v الحرارة الكامنة للتبخر [J/kg]
فائدة	الحرارة المفقودة عند التكثف = − الحرارة المكتسبة عند التبخر	

مثال توضيحي	لماذا يشعر الشخص ببرودة السوائل سريعة التبخر على الجلد؟ لأنها تمتص الطاقة اللازمة للتبخر من الجلد فتنخفض درجة حرارة الجلد

القانون الأول للديناميكا الحرارية

تعريفه	{ التغير في الطاقة الحرارية لجسم يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحًا منه الشغل الذي يبذله الجسم }	
فائدة	يُعَد القانون الأول للديناميكا الحرارية صياغة أخرى لقانون حفظ الطاقة	
قانون حفظ الطاقة	{ الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتغير من شكل إلى آخر }	
العلاقة الرياضية	$\Delta U = Q - W$	ΔU التغير في الطاقة الحرارية [J] Q الحرارة المضافة [J] W الشغل الذي يبذله الجسم [J]
مثال توضيحي	بالون غاز يمتص 75 J من الحرارة؛ فإذا تمدد البالون وبقي عند درجة الحرارة نفسها فما مقدار الشغل الذي بذله البالون أثناء تمدده؟ $\Delta U = 0 \Rightarrow W = Q = 75\ J$	

المحرك الحراري

تعريفه	{ أداة تُحَوِّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة }	
من أمثلته	محرك الاحتراق الداخلي ؛ محرك السيارة ؛	
كفاءته	{ النسبة بين الشغل الناتج وكمية الحرارة الداخلة }	
تعليل	لا تصل كفاءة المحرك الحراري إلى 100% ؛ **علل** ؛ لوجود حرارة مفقودة دائمًا	
العلاقات الرياضية	$\text{كفاءة المحرك} = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$ $\text{الحرارة الضائعة} = Q_H - W$	W الشغل الناتج [J] Q_H كمية الحرارة الداخلة [J] الحرارة الضائعة [J]
مثال توضيحي	احسب كفاءة محرك ينتج 2200 J/s عندما يحرق من البنزين ما يكفي لإنتاج 5300 J/s ؛ وما مقدار كمية الحرارة الضائعة التي ينتجها المحرك كل ثانية؟ $\text{كفاءة المحرك} = \frac{W}{Q_H} \times 100\% = \frac{2200}{5300} \times 100\% = 41.5\%$ $\text{الحرارة الضائعة} = Q_H - W = 5300 - 2200 = 3100\ J/s$	

المُبرِّدات « الثلاجات »

تعريفها	{ آلة تعمل على انتزاع الطاقة الحرارية من الجسم الأبرد وإضافتها إلى الجسم الأسخن بسبب شغل معين }
المضخة الحرارية	{ آلة تعمل في اتجاهين تستخدم الطاقة الميكانيكية لنقل الحرارة من الحيز الذي درجة حرارته أقل إلى الحيز الذي درجة حرارته أكبر }
تعليل	تعدّ المضخة الحرارية مُبرِّدًا يعمل في اتجاهين : **صلل** ، لتبريدها المنزل صيفًا وتدفئته شتاءً

الإنتروبي

تعريفه	{ مقياس للفوضى « العشوائية » في النظام }	
فائدتان	• يزداد الإنتروبي عند إضافة حرارة إلى الجسم وينقص عند نزع حرارة من الجسم. • لا يتغير الإنتروبي إذا بذَل الجسم شغلاً دون أن تتغير درجة الحرارة.	
التغير في الإنتروبي	{ مقدار الحرارة المضافة إلى جسم مقسومة على درجة حرارة ذلك الجسم }	
العلاقة الرياضية	$\Delta S = \frac{Q}{T}$	ΔS التغير في الإنتروبي [J/K] Q كمية الحرارة المضافة إلى الجسم [J] T درجة حرارة الجسم [K]
مثال توضيحي	يستخدم سخان ماء قدرته 3×10^2 W لتسخين قدح ماء زجاجي كتلته 0.3 kg ويحوي 0.25 kg ماء درجة حرارته 15 °C فما الزمن اللازم لجعل الماء يغلي؟ علمًا أن الحرارة النوعية للزجاج 840 J/kg.°C وللماء 4180 J/kg.°C . $Q = (m_1C_1 + m_2C_2)(T_f - T_i)$ $Q = (0.25 \times 4180 + 0.3 \times 840)(100 - 15) = 110245\ J$ $t = \frac{Q}{P} = \frac{110245}{3\times10^2} = 367.48\ s$	

القانون الثاني للديناميكا الحرارية

نصه	{ العمليات الطبيعية تجري في اتجاه المحافظة على الإنتروبي الكلي للكون أو زيادته }

الفصل ٦ : حالات المادة

الضغط

تعريفه	{ القوة مقسومة على مساحة السطح }	تصنيفه	كمية قياسية ؛ ليس لها اتجاه ؛
العلاقة الرياضية	$P = \frac{F}{A}$	P الضغط [Pa] F القوة [N] A مساحة السطح [m^2]	
فائدة	كيلوباسكال = 1000 باسكال ؛ $Pa = N/m^2$ ؛		
مثال توضيحي	إذا كان الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر 1×10^5 Pa فما مقدار القوة التي يؤثر بها الهواء عند مستوى سطح البحر على مكتب طوله 152 cm وعرضه 76 cm ؟ $A = 152\times10^{-2} \times 76\times10^{-2} = 0.1155\ m^2$ $P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (1\times10^5)(0.1155) = 1.155\times10^4$ N		
حالات المادة	صلبة ، سائلة ، غازية		
الحالة الصلبة	الكتلة ثابتة ، الشكل محدد		
الحالة السائلة	الكتلة ثابتة ، ليس لها شكل محدد ، للسطح العلوي شكل محدد ومستوٍ		
تعليل	ليس للسوائل شكل محدد ؛ علل ؛ لأن السائل يتدفق ليأخذ شكل الإناء الذي يحويه.		
الحالة الغازية	ليس لها شكل محدد ، ليس لها سطح محدد		
تعليل	ليس للغازات شكل محدد ؛ علل ؛ لأنه يتمدد وينتشر ليملأ الحيز الذي يحويه		

الموائع

تعريفها	{ مواد سائلة أو غازية تتدفق وليس لها شكل محدد }	
الغاز المثالي والغاز الحقيقي	الغاز المثالي	الغاز الحقيقي
	جزيئاته لا تشغل حيزاً	جزيئاته تشغل حيزاً
	ليس لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية	لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية
جزيئات الغاز	• تتحرك عشوائيًا. • تخضع لتصادمات مرنة بعضها ببعض. • تتحرك بسرعة عالية. • يتغير زخمها عندما ترتطم بسطح الإناء وترتد عنه.	
تعليل	يتولد ضغط للغاز على سطح الإناء الذي يحتويه ؛ علل ؛ بسبب الدفع الذي تؤثر به التصادمات العديدة لجزيئات الغاز مع سطح الإناء	

الضغط الجوي

مقداره	يؤثر غاز الغلاف الجوي بقوة تساوي 10 N في كل cm^2 من سطح الأرض عند مستوى سطح البحر
فالتان	• ضغط الغلاف الجوي على الجسم يتعادل مع قوى الجسم المتجهة إلى الخارج. • الضغط الجوي الناتج عن أغلفة الكواكب الغازية يختلف من كوكب إلى آخر.

قانون بويل

نصه	{ حجم عينة الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط المؤثر عليه عند ثبوت درجة الحرارة }
العلاقة الرياضية	$P_1V_1 = P_2V_2$ P_1 الضغط الابتدائي [Pa] P_2 الضغط النهائي [Pa] V_1 الحجم الابتدائي [m^3] V_2 الحجم النهائي [m^3]
مثال توضيحي	مكبس مساحته $0.015\ m^2$ يحصر كمية من الغاز في أسطوانة حجمها $0.23\ m^3$ وضغطها 1.5×10^5 pa ؛ فإذا وضع جسم كتلته 150 kg على المكبس فتحرك في اتجاه الأسفل فما الحجم الجديد للغاز داخل الأسطوانة؟ بثبوت درجة الحرارة. $P_{جسم} = \frac{F_g}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{150\times9.8}{0.015} = 9.8\times10^4\ Pa$ $P_2 = P_1 + P_{جسم} = 1.5\times10^5 + 9.8\times10^4 = 2.48\times10^5\ Pa$ $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{1.5\times10^5\times0.23}{2.48\times10^5} = 0.14\ m^3$
الصفر المطلق	{ درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم الغاز مساويًا للصفر }

قانون شارلز

نصه	{ عند ثبوت الضغط فإن حجم عينة الغاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارتها }
العلاقة الرياضية	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ V_1 الحجم الابتدائي [m^3] T_1 درجة الحرارة الابتدائية [K] V_2 الحجم النهائي [m^3] T_2 درجة الحرارة النهائية [K]
مثال توضيحي	مقياس الحرارة ذو الضغط الثابت مصنوع من أسطوانة تحوي مكبسًا يتحرك بحرية داخل الأسطوانة ويبقى كل من الضغط وكمية الغاز داخل الأسطوانة ثابتين، وعندما ترتفع أو تنخفض درجة الحرارة يتحرك المكبس إلى أعلى أو أسفل الأسطوانة؛ فإذا كان ارتفاع المكبس في الأسطوانة 20 cm عند 0 °C فما ارتفاع المكبس عند درجة حرارة 100 °C ؟ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{A\,h_1}{T_1} = \frac{A\,h_2}{T_2} \Rightarrow h_2 = \frac{h_1T_2}{T_1} = \frac{20\times10^{-2}\times(100+273)}{(0+273)} = 0.273\ m$

القانون العام للغازات

نصه	{ لكمية معينة من الغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه مقسومًا على درجة حرارته بوحدة الكلفن يساوي قيمة ثابتة }
العلاقة الرياضية	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \text{ثابت}$ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ P_1 الضغط الابتدائي [Pa] — P_2 الضغط النهائي [Pa] V_1 الحجم الابتدائي [m^3] — V_2 الحجم النهائي [m^3] T_1 درجة الحرارة الابتدائية [K] — T_2 درجة الحرارة النهائية [K]
مثال توضيحي	يستخدم خزان من غاز الهيليوم ضغطه 15.5×10^6 Pa ودرجة حرارته 293 K لنفخ بالون؛ فإذا كان حجم الخزان $0.02\ m^3$ فاحسب حجم البالون إذا امتلأ عند 1 ضغط جوي ودرجة حرارة 323 K إذا كان الضغط الجوي 10.13×10^4 Pa . $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{T_1P_2} = \frac{15.5\times10^6\times0.02\times323}{293\times1\times10.13\times10^4} = 3.37\ m^3$

قانون الغاز المثالي

نصه	{ للغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروبًا في ثابت بولتزمان ودرجة حرارته بوحدة الكلفن }
العلاقة الرياضية	$PV = nRT$ P ضغط الغاز المثالي [Pa] — n عدد المولات [mol] V حجم الغاز المثالي [m^3] — T درجة الحرارة [K] R ثابت بولتزمان [$Pa.m^3/mol.K$]
عدد أفوجادرو	{ عدد الجزيئات في عينة من المادة كتلتها تساوي الكتلة المولية من المادة }
عدد المولات	$n = \frac{m}{M}$ n عدد المولات [mol] — m كتلة المادة [g] — M الكتلة المولية [g/mol]
مثال توضيحي	ما مقدار كتلة غاز الهيليوم الذي ضغطه 15.5×10^6 Pa ودرجة حرارته 293 K وموضوع في خزان حجمه $0.02\ m^3$ ؟ إذا علمت أن الكتلة المولية للهيليوم 4 g/mol ومقدار ثابت بولتزمان $8.31\ Pa.m^3/mol.K$. $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{15.5\times10^6\times0.02}{8.31\times293} = 127.3\ mol$ $n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM = 4\times127.3 = 509.3\ g$

التمدد الحراري

تعريفه	{ خاصية للمواد في جميع حالاتها تسبب تمدد المادة فتصبح أقل كثافة عند التسخين }		
تطبيقاته	دوران الهواء في الغرفة	تيار الحمل	{ دوران الهواء في الغرفة }
فائدة	تتمدد السوائل بدرجة أكبر من المواد الصلبة وأقل من المواد الغازية		
تعليلات	• يطفو الثلج فوق سطح الماء ؛ علل ؛ لأن كثافته عند درجة حرارة 0°C أقل من كثافة الماء. • تنخفض كثافة الماء عند تسخينه من 0°C إلى 4°C ؛ علل ؛ لتزايد قوى الترابط بين جزيئاته. • يزيد حجم الماء عندما ترتفع درجة حرارته فوق 4°C ؛ علل ؛ بسبب تزايد الحركة الجزيئية.		

البلازما

تعريفها	{ حالة من حالات المواد يكون فيها المائع شبه غاز ويتكون من إلكترونات سالبة وأيونات موجبة بحيث توصل الكهرباء }
توصيلها للكهرباء	للبلازما القدرة على التوصيل الكهربائي ، أما الغازات فليس لها القدرة على ذلك

خاصية التوتر السطحي

تعريفها	{ ميل سطح السائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة }
سببها	قوى التماسك بين جزيئات المائع
من أمثلتها	• الزئبق يشكل قطرات كروية حين يوضع على سطح مصقول. • سير بعوضة الماء على سطح الماء.
تعليلان	• تتمكن بعوضة الماء من السير على سطح الماء ؛ علل ؛ لأن جزيئات الماء عند السطح لها قوة تجاذب محصلة في اتجاه الداخل تولد التوتر السطحي. • تُكَوِّن خاصية التوتر السطحي للسائل قطرات كروية ؛ علل ؛ لأن الشكل الكروي هو الشكل الذي له أقل مساحة سطح لحجم معين.
قوى التماسك	{ قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المادة الواحدة }
تعليلان	• التوتر السطحي للزئبق أكبر من التوتر السطحي للماء ؛ علل ؛ لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء. • تنسطح قطرات الكحول والإيثر على السطح المصقول ؛ علل ؛ لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة.

اللزوجة

تعريفها	{ مقياس للاحتكاك الداخلي للمائع }
أسبابها	• قوى التماسك بين جزيئات المائع. • التصادمات بين جزيئات المائع.
ينتج عنها	• احتكاك داخلي يعمل على إبطاء تدفق المائع. • تبديد الطاقة الميكانيكية.
تعليل	تستخدم في المحركات زيوت عالية اللزوجة ؛ علل ؛ كي تتدفق ببطء على الأجزاء المعدنية للمحرك فتقلل من احتكاكها بعضها ببعض
فائدتان	• من أكثر الموائع لزوجة اللابة والصخور المنصهرة التي تتدفق من البراكين. • لزوجة اللابة تختلف باختلاف تركيبها ودرجة حرارتها.

قوى التلاصق

قوى التلاصق	{ قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة }
الخاصية الشعرية	• ارتفاع السوائل داخل الأنابيب الضيقة يُعزى إلى الخاصية الشعرية. • ترتفع السوائل في الأنابيب الضيقة عندما تكون قوى التلاصق بين جزيئات السائل والأنبوب أكبر من قوى التماسك بين جزيئات السائل. • ترتفع السوائل داخل الأنابيب الضيقة أكثر من ارتفاعها داخل الأنابيب الواسعة.
من تطبيقاتها	• ارتفاع الوقود في فتيلة القنديل. • ارتفاع الماء في جذور النبات.
تعليل	لا يرتفع الزئبق في الأنابيب الضيقة ؛ علل ؛ لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التلاصق بين الزئبق وسطح الزجاج

التبخر والتكاثف

التبخر	{ نفاذ الجزيئات المتحركة خلال الطبقة السطحية للسائل عند امتلاكها طاقة مناسبة }
السوائل المتطايرة	{ السوائل التي تتبخر بسرعة وسهولة بسبب ضعف قوة التماسك بين جزيئاتها }
تعليل	يُؤدي التبخر إلى خفض درجة حرارة السائل في الإناء ؛ علل ؛ بسبب انخفاض متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المتبقية في الإناء فتنخفض درجة الحرارة
التكاثف	تَحوُّل البخار إلى سائل عند تبريده
تكون الضباب	عندما يبرد الهواء الرطب الملامس لسطح الأرض يتكاثف بخار الماء في الجو مكونًا سحابة من قطيرات الماء تسمى الضباب

مبدأ باسكال

نصه	{ التغير في الضغط المؤثر عند أي نقطة في السائل المحصور ينتقل إلى جميع النقاط بالتساوي }	
تطبيقاته العملية	تعمل أنظمة الرفع الهيدروليكية وفقًا لمبدأ باسكال؛ ومن أمثلتها .. • المكبس الهيدروليكي. • الرافعة الهيدروليكية. • كراسي أطباء الأسنان.	
العلاقة الرياضية	$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$	F_1 القوة التي يؤثر بها المكبس الأول [N] F_2 القوة المؤثرة على المكبس الثاني [N] A_1 مساحة المكبس الأول [m^2] A_2 مساحة المكبس الثاني [m^2]
مثال توضيحي	كراسي أطباء الأسنان مثال على النظام الهيدروليكي؛ ما مقدار القوة التي يجب أن تؤثر في المكبس الصغير الذي مساحته 72 cm^2 لرفع الكرسي الذي يزن 1600 N ويرتكز على مكبس مساحته 1440 cm^2 ؟ $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_1 = \frac{F_2 A_1}{A_2} = \frac{72 \times 1600}{1440} = 80\ N$	
تعليل	إذا عصرت إحدى نهايتي بالون فإن النهاية الأخرى تنتفخ « علل » بسبب انتقال الضغط المؤثر إلى النهاية الأخرى وذلك حسب مبدأ باسكال	

ضغط المائع

تعريفه	{ وزن عمود المائع مقسومًا على مساحة المقطع العرضي لعمود المائع }	
منشأه	قوة الجاذبية التي ترتبط مع وزن المائع	اتجاهه: يضغط المائع على الجسم في جميع الاتجاهات
فائدة	ضغط المائع على سطح القمر عند أي عمق يعادل $\frac{1}{6}$ قيمته على سطح الأرض	
العلاقة الرياضية	$P = \rho h g$	P ضغط المائع [Pa] — h عمق المائع [m] ρ كثافة المائع [kg/m^3] — g تسارع الجاذبية [m/s^2]
فائدة	يعتمد ضغط المائع على: كثافة المائع ، عمق المائع ، تسارع الجاذبية	
مثال توضيحي	ما عمق وعاء من الماء الضغط عند قاعه يساوي قيمة الضغط في قاع وعاء مملوء بالزئبق وعمقه 0.1 m ؟ علمًا أن كثافة الزئبق تزيد 13.55 مرة على كثافة الماء. $\rho_1 h_1 g = \rho_2 h_2 g$ $\rho_1 h_1 = 13.55 \rho_1 \times 0.1$ $\rho_1 h_1 = 13.55 \rho_1 \times 0.1$ $\therefore\ h_1 = 1.355\ m$	

تعليل	يزداد ضغط الماء على جسمك إذا غطست إلى أعماق أكبر ، علل ، بسبب زيادة كمية الماء فوق جسمك فيكون وزن الماء أكبر كلما زاد العمق

قوة الطفو

تعريفها	{ القوة الرأسية المؤثرة في الجسم المغمور في مائع إلى أعلى }		
منشؤها	زيادة الضغط الناتجة عن زيادة العمق	اتجاهها	قوة رأسية إلى الأعلى
العلاقة الرياضية	وزن المزاح المائع = قوة الطفو $F_{\text{الطفو}} = \rho_{\text{المائع}} V g$		$F_{\text{الطفو}}$ قوة الطفو [N] ρ كثافة المائع [kg/m³] V حجم الجسم المغمور في المائع [m³] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s²]
القوى المؤثرة على جسم مغمور في مائع	محصلة القوى الأفقية = صفرًا لأن القوى المؤثرة في الجوانب الأربعة العمودية متساوية في جميع الاتجاهات	محصلة القوى العمودية = قوة الطفو لأن القوة العمودية إلى أعلى المؤثرة في قاع الجسم أكبر من القوة العمودية إلى أسفل المؤثرة في سطحه العلوي	

مبدأ أرخميدس

نصه	{ الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح }	
العلاقة الرياضية	$F_{\text{الظاهري}} = F_g - F_{\text{الطفو}}$	$F_{\text{الطفو}}$ قوة الطفو [N] F_g الوزن الحقيقي في الهواء [N] $F_{\text{الظاهري}}$ وزن الجسم المغمور في المائع [N]
مثال توضيحي	إن كثافة القرميد الشائع الاستخدام أكبر 1.8 من كثافة الماء ، ما الوزن الظاهري لقالب من القرميد حجمه 0.2 m³ تحت الماء؟ علمًا أن كثافة الماء 10^3 kg/m³ . $F_g = \rho_{\text{القرميد}} V g = 1.8 \times 10^3 \times 0.2 \times 9.8 = 3528$ N $F_{\text{الطفو}} = \rho_{\text{الماء}} V g = 10^3 \times 0.2 \times 9.8 = 1960$ N $F_{\text{الظاهري}} = F_g - F_{\text{الطفو}} = 3528 - 1960 = 1865$ N	

متى يغطس الجسم؟ ومتى يطفو؟	يغطس	يبقى عالقًا	يطفو
	كثافة الجسم > كثافة المائع	كثافة الجسم = كثافة المائع	كثافة الجسم < كثافة المائع
	وزن الجسم > قوة الطفو	وزن الجسم = قوة الطفو	وزن الجسم < قوة الطفو

الوزن الظاهري لجسم مغمور في مائع	• الوزن الظاهري لجسم مغمور في مائع أقل من وزنه الحقيقي. • الوزن الظاهري لجسم عائم في مائع = صفراً. • الوزن الظاهري للجسم = القوة المحصلة الرأسية إلى أسفل × تتناسب طرديًا مع حجمه. • حجم المائع المزاح بوساطة الجسم = حجم الجزء المغمور من الجسم في المائع.
تطبيقات عملية على مبدأ أرخيمدس	• تطفو السفينة المصنوعة من الفولاذ على سطح الماء × علل × لأن جسم السفينة مفرغًا وكبيرًا؛ لذا فمعدل كثافة السفينة أقل من كثافة الماء لذلك تطفو. • الغواصات: تملأ حجراتها بالماء فيزداد معدل كثافة الغواصة فتغطس وعند تفريغها تطفو. • الأسماك: لدى بعض الأسماك مثانة للعوم تقلصها لتغطس وتنفخها لتطفو.

مبدأ برنولي

نصه	{ عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه }
فائدة	مبدأ برنولي تمثيل لمبدأ حفظ الشغل والطاقة عند تطبيقه على الموائع
تطبيقاته العملية	• مرش الطلاء. • مرذاذ العطر. • المازج في محرك البنزين.
تعليل	ينهار المنزل من الداخل إلى الخارج عندما يمر إعصار فوقه × علل × وفقًا لمبدأ برنولي يقل الضغط خارج المنزل بسبب زيادة سرعة الهواء ويصبح الضغط داخل المنزل أكبر
خطوط الانسياب	{ الخطوط التي تمثل تدفق الموائع حول الأجسام }
فوائد	• إذا ضاق المجرى تزداد السرعة فينقص الضغط فتتقارب خطوط الانسياب. • إذا كانت خطوط الانسياب دقيقة ومحددة كان التدفق انسيابي • إذا تحركت خطوط الانسياب حركة ملتفة كان التدفق مضطربًا.

الأجسام الصلبة

مقارنة بين المواد الصلبة والمواد السائلة	المواد الصلبة	المواد السائلة
	قاسية	غير قاسية ولها خاصية التدفق
	يمكن أن تقطع عدة قطع	لا يمكن أن تقطع عدة قطع
	تحتفظ بشكلها	لا تحتفظ بشكلها
	يمكن دفعها	لا يمكن دفعها لأن اليد تتحرك خلالها

الشبكة البلورية	{ نمط ثابت ومنتظم يتشكل عندما تنخفض درجة حرارة السائل بحيث يقل متوسط الطاقة الحركية لجزيئاته }
تصنيف المواد الصلبة	المواد الصلبة البلورية: مواد صلبة متجمدة؛ جزيئاتها مصطفة بأنماط مرتبة ومنظمة؛ لها حجم وشكل محددان؛ مثالها: الجليد ، الكوارتز البلوري المواد الصلبة غير البلورية: سوائل لزجة بطيئة التدفق؛ جزيئاتها ليس لها ترتيب منتظم؛ لها حجم وشكل محددان؛ مثالها: الزبد ، الكوارتز الزجاجي
فائدة	الكوارتز البلوري والكوارتز غير البلوري .. • متماثلان كيميائيًا. • خصائصهما الفيزيائية مختلفة.
مثال توضيحي	لماذا يُعد الشمع مادة صلبة؟ ولماذا يُعد أيضًا سائلاً لزجًا؟ يُعدّ مادة صلبة لأن له حجمًا وشكلاً محددين وقوة التماسك بين جزيئاته كبيرة؛ ويُعدّ سائلاً لزجًا لأن جزيئاته ليس لها ترتيب منتظم وحاله في ذلك مشابه للسوائل

الضغط والتجمد

تعليل	المواد الصلبة أكثر كثافة من السوائل ؛ علل ؛ لأن جزيئات المادة الصلبة عند تجمدها تعيد ترتيب نفسها لتصبح قريبة من بعضها أكثر مما كانت عليه في الحالة السائلة
الضغط والتجمد	• درجة التجمد تزداد بزيادة الضغط على سطح السائل. • درجة تجمد الماء تنخفض قليلاً بزيادة الضغط على سطحه.
تعليلان	• تنخفض درجة تجمد الماء قليلاً بزيادة الضغط ؛ علل ؛ لأن الماء يتمدد عند تجمده فإن الزيادة في الضغط تجبر الجزيئات على الاقتراب بعضها من بعض لتقاوم التجمد. • تكون طبقة رقيقة من الماء السائل بين الزلاجات والجليد ؛ علل ؛ لأن الطاقة الحرارية المتولدة نتيجة الاحتكاك بين الزلاجات والجليد كافية لصهر الجليد.

مرونة المواد الصلبة

تعريفها	{ قدرة الأجسام الصلبة على العودة إلى شكلها الأصلي عند زوال تأثير القوى الخارجية }
فائدتان	• لا يعود الجسم إلى شكله الأصلي إذا حدث تشوه كبير لأنه قد تجاوز حد مرونته. • تعتمد المرونة على القوى الكهرومغناطيسية التي تحافظ على بقاء جزيئات المادة معًا.

قابلية الطرق والسحب	• خاصيتان تعتمدان على تركيب المادة ومرونتها. • الذهب قابل للطرق فيمكن تشكيله على صورة رقائق دقيقة جداً. • النحاس قابل للسحب فيمكن سحبه على شكل أسلاك.

وصلات التمدد

تعريفها	{ فجوات صغيرة « فواصل » تترك بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية }
تعليل	يترك المهندسون فجوات بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية « علل » للسماح بتمدد أجزاء الجسر في أيام الصيف فلا يتقوس أو تتحطم أجزاؤه
التمدد الحراري	تستخدم المواد المصممة لتتمدد حراريًا بأقل ما يمكن في .. • صنع زجاج الأفران. • صنع مرايا التلسكوبات الكبيرة.
فائدة	التغير في طول المادة الصلبة يتناسب طرديًا مع .. • التغير في درجة الحرارة. • طول الجسم.
معامل التمدد الطولي	{ التغير في الطول مقسومًا على طول الجسم والتغير في درجة الحرارة }
معامل التمدد الحجمي	{ التغير في الحجم مقسومًا على حجم الجسم والتغير في درجة الحرارة }
العلاقات الرياضية	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$ | $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$ | $\beta = 3\alpha$ α معامل التمدد الطولي $[^\circ C^{-1}]$ — β معامل التمدد الحجمي $[^\circ C^{-1}]$ ΔL التغير في الطول $[m]$ — ΔT التغير في درجة الحرارة $[^\circ C]$ L_1 طول الجسم $[m]$ — ΔV التغير في الحجم $[m^3]$ V_1 حجم الجسم $[m^3]$
مثال توضيحي ١	قطعة من الألمنيوم معامل تمددها الطولي $25\times10^{-6}\ ^\circ C^{-1}$ وطولها 3.66 m عند درجة حرارة $-28\ ^\circ C$ ؛ كم يزداد طولها عندما تصبح درجة حرارتها $39\ ^\circ C$ ؟ $\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \Rightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ $\alpha = (25 \times 10^{-6})(3.66)[(39) - (-28)] = 6.13\times10^{-3}\ m$

مثال توضيحي ٢	وعاء زجاجي سعته 0.4 L عند درجة حرارة الغرفة ملئ بماء بارد درجة حرارته 4.4 °C ؛ ما مقدار الماء المسكوب من الوعاء عندما يسخن الماء إلى 30 °C ؟ علماً أن معامل التمدد الحجمي للماء $210\times10^{-6}\ °C^{-1}$. $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T} \Rightarrow \Delta V = \beta V_1 \Delta T$ $\beta = (210\times10^{-6})(0.4)[(30-4.4)] = 2.15\times10^{-3}\ m^3$
تطبيقات التمدد الحراري	• تتمدد المواد المختلفة بمعدلات مختلفة. • للفولاذ والإسمنت المستخدم في المباني معامل التمدد نفسه ؛ علل ؛ حتى يتمددان بنفس الدرجة فلا تتصدع المباني في الأيام الحارة. • يستخدم طبيب الأسنان المواد التي يحشو بها الأسنان بحيث تتمدد وتتقلص بالمعدل نفسه لتتمدد مينا الأسنان.

المزدوج الحراري

تعريفه	{ شريحة ثنائية المعدن تستخدم في منظمات الحرارة }
مكوناته	شريحة من النحاس الأصفر مثبتة بجوار شريحة من الحديد
استخداماته	في منظمات الحرارة ؛ الثرموستات ؛ في أجهزة التدفئة والتبريد
عمله	• عند التسخين يتمدد النحاس الأصفر أكثر من تمدد الحديد فينحني الشريط. • في أجهزة التدفئة: إذا بردت الغرفة ينحني في اتجاه نقطة التوصيل الكهربائي فيشغل المسَخِّن وحينما تصل درجة الحرارة إلى الدرجة المحددة في الثرموستات ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المسَخِّن. • في أجهزة التبريد: إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى حد معين في الثرموستات ينحني الشريط لإحداث توصيل كهربائي يشغل المبرد وعندما تنخفض الحرارة عن حد معين ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المبرد.

سلسلة التبسيط

رؤية مبتكرة ... لفهم أسهل

ملحق ٢

أسئلة اختبارات

الفصل ١: الحركة الدورانية

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) حركة العربة الدوارة في مدينة الألعاب حركة ..

Ⓐ خطية. Ⓑ دورانية. Ⓒ اهتزازية.

(٢) زاوية الدوران التي تعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة هي ..

Ⓐ grad . Ⓑ الدرجة. Ⓒ الراديان.

(٣) زاوية دوران الأرض خلال 12 h مقدرة بوحدة rad تساوي ..

Ⓐ π . Ⓑ 2π . Ⓒ 4π .

(٤) يقطع عقرب الثواني إزاحة زاويّة قدرها π rad خلال زمن ..

Ⓐ 15 s . Ⓑ 30 s . Ⓒ 60 s .

(٥) ميل منحنى العلاقة بين الموقع الزاوي والزمن يساوي عدديًا ..

Ⓐ الإزاحة الزاويّة. Ⓑ التسارع الزاوي اللحظي. Ⓒ السرعة الزاويّة المتجهة اللحظية.

(٦) إذا كان التغير في السرعة الزاويّة سالبًا فإن التسارع الزاوي ..

Ⓐ موجب. Ⓑ سالب. Ⓒ ليس له إشارة.

(٧) ميل العلاقة البيانية بين السرعة الزاويّة المتجهة والزمن هو ..

Ⓐ التردد الزاوي. Ⓑ السرعة الزاوية. Ⓒ التسارع الزاوي اللحظي.

(٨) تدور عجلة هوائية بمعدل ثابت 25 rev/min ؛ إن سرعتها الزاويّة المتجهة ..

Ⓐ تبقى ثابتة. Ⓑ تزداد. Ⓒ تقل.

(٩) إذا دارت لعبة بمعدل ثابت 5 rev/min فإن تسارعها الزاوي ..

Ⓐ صفر. Ⓑ موجب. Ⓒ سالب.

(١٠) إذا أثرت قوة في أبعد نقطة عن مُفَصَّلات باب حر الدوران فإن عزمها يساوي ..

Ⓐ صفرًا. Ⓑ أكبر قيمة ممكنة. Ⓒ أصغر قيمة ممكنة.

(١١) ينعدم العزم المؤثر على باب حر الدوران حول مُفَصَّلات إذا كانت القوة ..

Ⓐ موازية للباب. Ⓑ متعامدة مع الباب. Ⓒ مائلة مع الباب.

(١٢) لا يدور الباب إذا أثرت على مُفَصَّلاته قوة عمودية بسبب ..

Ⓐ انعدام ذراع القوة. Ⓑ انعدام القوة. Ⓒ انعدام محور الدوران.

(١٣) إذا ازداد عزم الدوران فإن السرعة الزاويّة المتجهة ..

Ⓐ تبقى ثابتة. Ⓑ تقل. Ⓒ تزداد.

(١٤) عند اتزان الجسم تحت تأثير قوتين فإن مجموع العزوم ..

Ⓐ يساوي صفرًا. Ⓑ أكبر من صفر. Ⓒ أصغر من صفر.

(١٥) موقع مركز كتلة الطفل ـــــــ موقع مركز كتلة الشخص العادي.

Ⓐ أدنى من Ⓑ أعلى من Ⓒ نفس

(١٦) إذا كانت سرعة الجسم المتجهة ثابتة فإن اتزان الجسم يكون ..

Ⓐ انتقاليًا. Ⓑ دورانيًا. Ⓒ انتقاليًا ودورانيًا.

(١٧) إذا كانت سرعة الجسم الزاويّة المتجهة ثابتة فإن اتزان الجسم يكون ..

Ⓐ انتقاليًا. Ⓑ دورانيًا. Ⓒ انتقاليًا ودورانيًا.

(١٨) الأطر المرجعية المتسارعة هي الأطر المرجعية ..

Ⓐ السكونية. Ⓑ القصورية. Ⓒ الدوّارة.

(١٩) التسارع المركزي يعتمد على ..

Ⓐ مربع السرعة الزاويّة المتجهة. Ⓑ مربع المسافة. Ⓒ مربع نصف قطر الدوران.

(٢٠) قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تحرف الكرة عن مسارها ..

Ⓐ قوة كوريوليس. Ⓑ القوة الطاردة المركزية. Ⓒ القوة الوهمية.

(٢١) بتأثير قوة كوريوليس؛ الجسم المتحرك شمالاً ينحرف نحو ..

Ⓐ الشمال. Ⓑ الغرب. Ⓒ الجنوب. Ⓓ الشرق.

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) حركة قرص الحاسوب المدمج CD حركة دورانية.

(٢) دوران الأرض يُعد موجبًا عندما يُرى من القطب الشمالي.

(٣) السرعة الزاويّة المتجهة لحركة عقرب الدقائق سالبة.

(٤) عزم الدوران يعتمد على مقدار القوة المؤثرة.

(٥) عند اتزان جسم تحت تأثير عزمين فإن العزم الأول يساوي العزم الثاني ويعاكسه في الاتجاه.

(٦) العزم اللازم لمنع جسم من الدوران يساوي العزم الأصلي وفي نفس اتجاهه.

(٧) موقع مركز كتلة جسم الإنسان ثابت.

(٨) إذا كان مركز كتلة جسم فوق قاعدته فإن الجسم يكون غير مستقر.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) جسم دار دورة كاملة؛ إن زاوية دورانه بوحدة الراديان تعادل ـــــــ .

(٢) مركز الكتلة لجسم صلب ثابت الكثافة يقع في ـــــــــــ .

(٣) شرطا الاتزان الميكانيكي لجسم هما الاتزان ـــــــــ والاتزان ـــــــــ .

(٤) في الاتزان ـــــــ تكون محصلة القوى المؤثرة في الجسم مساوية للصفر.

(٥) في الاتزان الدوراني تكون محصلة ـــــــ المؤثرة في الجسم مساوية للصفر.

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم.

(٢) الإزاحة الزاويّة مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوثها.

(٣) التغير في السرعة الزاويّة مقسومًا على الزمن التي حدث خلاله التغير.

(٤) عدد الدورات الكاملة التي يدورها الجسم في الثانية الواحدة.

(٥) مقياس فاعلية القوة في إحداث الدوران.

(٦) المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة.

(٧) المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة.

(٨) نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي تتحرك بها النقطة المادية.

(٩) قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تدفع الجسم للخارج.

(١٠) تسارع ناشئ عن الحركة الدائرية واتجاهه نحو المركز.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) جميع نقاط الأرض تدور بنفس الزاوية رغم أنها تقطع مسافات مختلفة في كل دورة.

(٢) التسارع الزاوي يساوي صفر لجسم يدور بمعدل ثابت.

(٣) مركز الكتلة للطفل أعلى من الشخص العادي بعدة سنتمترات.

(٤) موقع مركز كتلة جسم الإنسان غير ثابت.

(٥) يتقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بسهولة بعكس الصندوق المنخفض العريض.

الأجوبة النهائية

اجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓑ	(٢) Ⓒ	(٣) Ⓐ	(٤) Ⓑ	(٥) Ⓒ	(٦) Ⓑ	(٧) Ⓒ
(٨) Ⓐ	(٩) Ⓐ	(١٠) Ⓑ	(١١) Ⓐ	(١٢) Ⓐ	(١٣) Ⓒ	(١٤) Ⓐ
(١٥) Ⓑ	(١٦) Ⓐ	(١٧) Ⓑ	(١٨) Ⓒ	(١٩) Ⓐ	(٢٠) Ⓐ	(٢١) Ⓓ

اجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ✓	(٣) ✓	(٤) ✓	(٥) ✓	(٦) ×	(٧) ×	(٨) ×

اجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) 2π	(٢) منتصف الجسم	(٣) الانتقالي ، الدوراني	(٤) الانتقالي	(٥) العزوم

اجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الإزاحة الزاوية.	(٢) السرعة الزاوية المتجهة.	(٣) التسارع الزاوي.
(٤) التردد الزاوي.	(٥) العزم.	(٦) ذراع القوة.
(٧) نصف قطر الدوران.	(٨) مركز الكتلة.	(٩) القوة الطاردة المركزية.
(١٠) التسارع المركزي.		

اجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لأن الأرض جسم صلب وكل أجزاء الجسم الصلب تدور بنفس المعدل.

(٢) لأن سرعته الزاوية المتجهة ثابتة.

(٣) لأن رأس الطفل يكون كبيراً نسبياً بالنسبة لجسمه.

(٤) لأن جسم الإنسان مرن.

(٥) لأن مركز الكتلة للأول مرتفع فنحتاج إلى ميل أقل لجعله يتحرك خارج القاعدة فينقلب بسهولة.

الفصل ٢ : الزخم وحفظه

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) دفع القوة المتغيرة يساوي ـ عدديًا ـ المساحة تحت منحنى العلاقة بين ..

Ⓐ القوة والزمن. Ⓑ القوة والإزاحة. Ⓒ القوة والسرعة.

(٢) اتجاه الدفع ..

Ⓐ في نفس اتجاه القوة. Ⓑ عكس اتجاه القوة. Ⓒ عمودي على اتجاه القوة.

(٣) اتجاه زخم جسم ..... سرعته المتجهة.

Ⓐ عمودي على Ⓑ في نفس اتجاه Ⓒ بعكس اتجاه

(٤) تعمل الوسادة الهوائية في السيارات على تقليل ..

Ⓐ الدفع المؤثر. Ⓑ زمن تأثير القوة. Ⓒ القوة المؤثرة.

(٥) مجموع زخمي الجسمين المتصادمين قبل التصادم ..... مجموع زخميهما بعد التصادم.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أصغر من

(٦) دفع المحرك الأيوني ..... دفع محرك الصاروخ الكيميائي.

Ⓐ أصغر من Ⓑ أكبر من Ⓒ يساوي

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) دُفعا الجسمين المتصادمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.

(٢) عند انطلاق الرصاصة للأمام ترتد البندقية للخلف.

(٣) زخم النظام المُكَوَّن من القذيفة والمدفع بعد إطلاق القذيفة = صفراً.

(٤) عند إطلاق القذيفة من المدفع زخم القذيفة يساوي ويعاكس زخم المدفع.

(٥) النظام المكون من الصاروخ والمواد الكيميائية يُعتبر نظاماً مفتوحًا.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) يعتمد الدفع على عاملين هما ..... و ..... .

(٢) يعتمد الزخم على ..... و ..... .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة على جسم في زمن تأثيرها.

(٢) حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.

(٣) الدفع على جسم يساوي زخمه النهائي مطروحًا منه زخمه الابتدائي.

(٤) زخم أي نظام مغلق ومعزول لا يتغير.

(٥) النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها.

(٦) النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه = صفرًا.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) تزود السيارات بماص صدمات يمكنه الانضغاط في أثناء الاصطدام.

(٢) سرعة إطلاق القذيفة أكبر من سرعة ارتداد المدفع.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓐ	(٢) Ⓐ	(٣) Ⓑ	(٤) Ⓒ	(٥) Ⓑ	(٦) Ⓑ

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ✓	(٣) ✓	(٤) ✓	(٥) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) القوة المؤثرة ، زمن تأثير القوة	(٢) كتلة الجسم ، سرعة الجسم

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الدفع.	(٢) الزخم.	(٣) نظرية الدفع ـ الزمن.
(٤) قانون حفظ الزخم.	(٥) النظام المغلق.	(٦) النظام المعزول.

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لتقليل القوة المؤثرة بزيادة زمن تأثيرها.

(٢) لأن كتلة القذيفة أقل.

الفصل ٣ : الشغل والطاقة والآلات البسيطة

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) إذا بَذل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن الشغل ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٢) إذا بَذل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن طاقة النظام ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد ثم تنقص.

(٣) إذا بَذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٤) إذا بَذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن طاقة النظام ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تنقص ثم تزيد.

(٥) اتجاه قوة الاحتكاك ..... اتجاه الحركة.

Ⓐ بنفس Ⓑ بعكس Ⓒ عمودي على

(٦) شغل قوة الاحتكاك ..

Ⓐ سالب. Ⓑ صفر. Ⓒ موجب.

(٧) وحدة قياس القدرة ..

Ⓐ J.s . Ⓑ J/s . Ⓒ N/m.s .

(٨) تعتبر الرافعة والسطح المائل والوتد من الآلات ..

Ⓐ البسيطة. Ⓑ المُركّبة. Ⓒ البسيطة والمركّبة.

(٩) الآلة المُركّبة من الآلات التالية هي ..

Ⓐ الدولاب والمحور. Ⓑ الرافعة. Ⓒ الدراجة الهوائية.

(١٠) الشغل الذي تبذله الآلة الحقيقية ..... الشغل المبذول عليها.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أقل من

(١١) الشغل الذي تبذله الآلة المثالية ..... الشغل المبذول عليها.

Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوي Ⓒ أقل من

(١٢) كفاءة الآلة الحقيقية ..... 100% .

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أقل من

(١٣) كفاءة الآلة المثالية ـــــــــــ 100% .

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أقل من

(١٤) في الدراجة الهوائية عندما نجعل نصف قطر ناقل الحركة الخلفي كبيراً و نصف قطر ناقل الحركة الأمامي صغيراً فإن الفائدة الميكانيكية المثالية ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد ثم تنقص. Ⓓ تنقص ثم تزيد.

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) القوة العمودية على اتجاه الحركة لا تبذل شغلاً.

(٢) شغل القوة المتغيرة هو المساحة تحت المنحنى البياني القوة ـ الإزاحة.

(٣) تعمل الآلات على تغيير مقدار القوة أو اتجاهها.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) الآلات نوعان: آلات ـــــــــ وآلات ـــــــــ .

(٢) تفيد الآلات في ـــــــــ و ـــــــــ .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) قدرة الجسم على إحداث تغيير في ذاته أو فيما يحيط به.

(٢) الطاقة الناتجة عن حركة الجسم.

(٣) انتقال الطاقة بطرائق ميكانيكية.

(٤) إذا بُذِلَ شغل على جسم ما فإن طاقته الحركية تتغير.

(٥) المعدل الزمني لبذل الشغل.

(٦) انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال فترة زمنية مقدارها 1 s .

(٧) نسبة المقاومة إلى القوة.

(٨) إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة.

(٩) نسبة الفائدة الميكانيكية إلى الفائدة الميكانيكية المثالية.

(١٠) الشغل الذي يُبذَل على الآلة.

(١١) الشغل الذي تبذله الآلة.

(١٢) نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول.

(١٣) الآلة التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معاً.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) عند صعود التل بدراجة هوائية فإن السائق يزيد الفائدة الميكانيكية المثالية لها.

(٢) في سباقات المشي يُؤَرجح المتسابق وركّه نحو الأعلى.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) ⓒ	(٢) Ⓐ	(٣) Ⓐ	(٤) Ⓑ	(٥) Ⓑ	(٦) Ⓐ
(٧) Ⓑ	(٨) Ⓐ	(٩) ⓒ	(١٠) ⓒ	(١١) Ⓑ	(١٢) ⓒ
(١٣) Ⓑ	(١٤) Ⓐ	(١٥) Ⓑ	(١٦) ⓒ	(١٧) ⓒ	(١٨) Ⓐ

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ✓	(٣) ✓

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) بسيطة ، مركبة	(٢) تسهيل المهام ، تخفيف الحمل

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الطاقة.	(٢) الطاقة الحركية.	(٣) الشغل.
(٤) نظرية الشغل ـ الطاقة.	(٥) القدرة.	(٦) الرافعة.
(٧) الفائدة الميكانيكية.	(٨) الفائدة الميكانيكية المثالية	(٩) كفاءة الآلة.
(١٠) الشغل المبذول.	(١١) الشغل الناتج.	(١٢) كفاءة الآلة
(١٣) الآلات المركبة		

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لزيادة القوة التي يؤثر بها الدولاب في الطريق.

(٢) لزيادة سرعته عن طريق زيادة طول الرافعة المكونة من عظام الساق.

الفصل ٤ : الطاقة وحفظها

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) إذا بُذِلَ شغل على النظام فإن طاقته ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ لا تتغير.

(٢) إذا بَذل النظام شغلاً فإن طاقته ..

Ⓐ تزيد. Ⓑ تنقص. Ⓒ لا تتغير.

(٣) الطاقة المختزنة في الوقود هي طاقة ..

Ⓐ حركية. Ⓑ ميكانيكية. Ⓒ كيميائية.

(٤) طاقة وضع الجاذبية لماء البئر بالنسبة لسطح الأرض تكون ..

Ⓐ سالبة. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبة.

(٥) شغل الجاذبية أثناء صعود الجسم لأعلى يكون ..

Ⓐ سالبًا. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبًا.

(٦) لحظة قذف كرة لأعلى يمتلك النظام ..

Ⓐ طاقة وضع. Ⓑ طاقة حركة. Ⓒ طاقة وضع وطاقة حركة.

(٧) الطاقة المختزنة في الوتر المشدود طاقة ..

Ⓐ حركية. Ⓑ سكونية. Ⓒ وضع مرونية.

(٨) للكتلة نفسها طاقة وضع تسمى ..

Ⓐ الطاقة الحركية. Ⓑ الطاقة السكونية. Ⓒ طاقة الوضع المرونية.

(٩) الزيادة في طاقة وضع النظام المغلق المعزول ـــــــ النقص في طاقته الحركية.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(١٠) أزيحت كرة البندول إلى أحد الجانبين فإن الطاقة التي اكتسبتها ..

Ⓐ طاقة حركية. Ⓑ طاقة الوضع المرونية. Ⓒ طاقة وضع الجاذبية.

(١١) لحظة وصول كرة البندول إلى مستوى الإسناد فإنها تمتلك ..

Ⓐ طاقة حركية. Ⓑ طاقة وضع الجاذبية. Ⓒ طاقة الوضع المرونية.

(١٢) طاقة حركة كرة البندول عند أسفل نقطة ـــــــ طاقة وضعها عند أعلى نقطة.

Ⓐ أصغر من Ⓑ تساوي Ⓒ أكبر من

(١٣) التصادم الذي تزداد فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم ..

Ⓐ التصادم فوق المرن. Ⓑ التصادم المرن. Ⓒ التصادم عديم المرونة.

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) تتناسب طاقة حركة الجسم طرديًا مع كتلته.

(٢) تتناسب طاقة حركة الجسم عكسيًا مع مربع سرعته.

(٣) تعتمد طاقة الحركة الدورانية لجسم على سرعته الزاوية.

(٤) طاقة وضع الجاذبية أحد أنواع الطاقة المختزنة في الجسم بطرق ميكانيكية.

(٥) تعتمد طاقة وضع الجاذبية لجسم على وزنه وبعده عن مستوى الإسناد.

(٦) أثناء سقوط الجسم تبذل الجاذبية شغلاً موجبًا يزيد من سرعة الجسم.

(٧) المجموع الكلي للطاقة في النظام المعزول المغلق ثابتًا.

(٨) لا يمكن أن تتحول الطاقة من شكل إلى آخر.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) تعتمد طاقة حركة الجسم على ـــــــــ و ـــــــــ .

(٢) أثناء صعود الكرة لأعلى تقل طاقة ـــــــــ وتزداد طاقة ـــــــــ .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) طاقة مختزنة في النظام نتيجة تأثير قوة الجاذبية.

(٢) المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع = صفراً.

(٣) طاقة مختزنة في الجسم المرن نتيجة تغير شكله.

(٤) كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء.

(٥) في النظام المعزول المغلق الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.

(٦) النظام الذي لا تؤثر فيه أي قوة خارجية.

(٧) النظام الذي لا يدخل إليه أو يخرج منه أي جسم.

(٨) مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية في النظام.

(٩) مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد وقوع الحدث.

(١٠) التصادم الذي تبقى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده متساويتين.

(١١) التصادم الذي تقل فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) تضاؤل تذبذب البندول إلى أن يتوقف.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓐ	(٢) Ⓑ	(٣) Ⓒ	(٤) Ⓐ	(٥) Ⓐ	(٦) Ⓑ	(٧) Ⓒ
(٨) Ⓑ	(٩) Ⓑ	(١٠) Ⓒ	(١١) Ⓐ	(١٢) Ⓑ	(١٣) Ⓐ	

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ×	(٣) ✓	(٤) ✓	(٥) ✓	(٦) ✓	(٧) ✓	(٨) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) كتلة الجسم ، سرعة الجسم	(٢) الحركة ، الوضع

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) طاقة وضع الجاذبية.	(٢) مستوى الإسناد.	(٣) طاقة الوضع المرونية.
(٤) الطاقة السكونية.	(٥) قانون حفظ الطاقة.	(٦) النظام المعزول.
(٧) النظام المغلق.	(٨) الطاقة الميكانيكية.	(٩) قانون حفظ الطاقة الميكانيكية.
(١٠) التصادم المرن.	(١١) التصادم عديم المرونة.	

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) بسبب وجود مقاومة الهواء يتحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية.

الفصل ٥ : الطاقة الحرارية

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) الطاقة الكلية لجزيئات الغاز تسمى ..

Ⓐ الطاقة الكيميائية. Ⓑ الطاقة الحرارية. Ⓒ الطاقة الكهروكيميائية.

(٢) تتناسب درجة حرارة الجسم طرديًا مع ..... في الجسم.

Ⓐ عدد الجزيئات Ⓑ عدد الذرات Ⓒ متوسط الطاقة الحركية للجزيئات

(٣) متوسط طاقة جزيئات الجسم الساخن ..... متوسط طاقة جزيئات الجسم البارد.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(٤) ناتج قسمة الطاقة الحركية الكلية للجسم على عدد جزيئات هذا الجسم يساوي ..

Ⓐ الطاقة الكلية. Ⓑ الطاقة الحرارية. Ⓒ متوسط طاقة حركة الجزيئات في الجسم.

(٥) تنتقل الطاقة من الجسم الساخن إلى مقياس الحرارة الملامس له عن طريق ..

Ⓐ التوصيل. Ⓑ الحمل. Ⓒ الإشعاع.

(٦) تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة في مقاييس الحرارة ..

Ⓐ المنزلية. Ⓑ السائلة ـ البلورية. Ⓒ الطبية.

(٧) لا يوجد درجة حرارة أقل من درجة ..

Ⓐ الصفر المطلق. Ⓑ الصفر المئوي. Ⓒ الصفر الفهرنهيتي.

(٨) تفقد ذرات الغاز طاقتها كاملة عند درجة ..

Ⓐ الصفر المطلق. Ⓑ الصفر المئوي. Ⓒ الصفر الفهرنهيتي.

(٩) إذا امتص الجسم حرارة فإن كمية الحرارة ..

Ⓐ سالبة. Ⓑ صفرًا. Ⓒ موجبة.

(١٠) تنتقل الحرارة بطريقة الحمل الحراري في ..

Ⓐ المواد الصلبة. Ⓑ السوائل والغازات. Ⓒ الفراغ.

(١١) لا تحتاج الحرارة إلى وسط ناقل عند انتقالها بطريقة ..

Ⓐ التوصيل الحراري. Ⓑ الحمل الحراري. Ⓒ الإشعاع الحراري.

(١٢) الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة من الجسم تعتمد على ..

Ⓐ طول الجسم. Ⓑ طريقة انتقال الحرارة إلى الجسم. Ⓒ الحرارة النوعية لمادة الجسم.

(١٣) عند تلامس جسم ساخن مع آخر بارد فإن التغير في طاقة الجسم البارد يكون ..

Ⓐ موجبًا. Ⓑ صفرًا. Ⓒ سالبًا.

(١٤) درجة الحرارة النهائية لجسمين متلامسين ..... درجة حرارة النظام النهائية.

Ⓐ أكبر من Ⓑ تساوي Ⓒ أصغر من

(١٥) درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ..

Ⓐ درجة الانصهار. Ⓑ درجة التجمد. Ⓒ درجة الغليان. Ⓓ درجة التكاثف.

(١٦) درجة الحرارة التي تتغير عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ..

Ⓐ درجة الانصهار. Ⓑ درجة التجمد. Ⓒ درجة الغليان. Ⓓ درجة التكاثف.

(١٧) أثناء عملية انصهار المادة الصلبة درجة الحرارة ..

Ⓐ تزداد. Ⓑ تبقى ثابتة. Ⓒ تنقص.

(١٨) بعد تحول المادة الصلبة كليًا إلى سائل فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى ..... الطاقة الحركية لجزيئات السائل.

Ⓐ زيادة Ⓑ ثبات Ⓒ نقص

(١٩) الطاقة المضافة بعد تحول المادة كليًا إلى بخار تؤدي إلى ..... درجة حرارة البخار.

Ⓐ زيادة Ⓑ ثبات Ⓒ نقص

(٢٠) ميل العلاقة البيانية بين درجة حرارة المادة والحرارة التي تكتسبها هو ..

Ⓐ الحرارة النوعية. Ⓑ مقلوب الحرارة النوعية. Ⓒ الحرارة الكامنة للتبخر.

(٢١) يُعد القانون الأول للديناميكا الحرارية صياغة أخرى لقانون ..

Ⓐ حفظ الشحنة. Ⓑ حفظ الطاقة. Ⓒ حفظ الزخم.

(٢٢) المضخة اليدوية تحول الطاقة الميكانيكية في المكبس إلى ..

Ⓐ طاقة حرارية للغاز. Ⓑ طاقة حركية للغاز. Ⓒ طاقة ميكانيكية للغاز.

(٢٣) عند إضافة حرارة إلى الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ ينقص. Ⓒ لا يتغير.

(٢٤) عند نزع حرارة من الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ ينقص. Ⓒ لا يتغير.

(٢٥) عندما يبذل الجسم شغلاً ولم تتغير درجة حرارة الجسم فإن الإنتروبي ..

Ⓐ يزداد. Ⓑ ينقص. Ⓒ لا يتغير.

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) تتناسب الطاقة الحرارية في الجسم مع عدد الجزيئات فيه.

(٢) تعتمد درجة حرارة الجسم على عدد الجزيئات في الجسم.

(٣) في مقاييس الحرارة السائلة ـ البلورية يتغير لون البلورة بتغير درجة الحرارة.

(٤) تنتقل الحرارة تلقائيًا من الجسم البارد إلى الجسم الساخن.

(٥) الزيادة في درجة حرارة الجسم عند تدفق الحرارة إليه تعتمد على حجم الجسم.

(٦) يعتمد مبدأ عمل المسعر على مبدأ حفظ الطاقة في النظام المغلق والمعزول.

(٧) عند تلامس جسم ساخن مع آخر بارد طاقة النظام الكلية تنقص.

(٨) الحرارة الكامنة للانصهار ثابتة لجميع المواد.

(٩) المحرك الحراري يمتص الحرارة من المستودع البارد ويطردها إلى المستودع الساخن.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) تمتلك جزيئات الغاز طاقة ..... وطاقة ..... وطاقة ..... .

(٢) جهاز يستخدم لقياس محتوى الأطعمة من الطاقة يسمى ..... .

(٣) محمصة الخبز تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ..... .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) مقياس للحركة الداخلية لجزيئات الجسم.

(٢) الحالة التي يتساوى عندها معدلا تدفق الطاقة بين جسمين متلامسين.

(٣) الطاقة التي تتدفق من الجسم الساخن إلى الجسم البارد تلقائيًا.

(٤) عملية نقل الطاقة الحركية عند تصادم الجزيئات بعضها ببعض.

(٥) حركة المائع في السائل أو الغاز بسبب اختلاف درجات الحرارة.

(٦) انتقال الطاقة الحرارية بوساطة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ.

(٧) كمية الطاقة التي يجب أن تكتسبها المادة لترتفع درجة حرارة وحدة الكتل منها درجة واحدة.

(٨) أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقة الحرارية.

(٩) تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم الأول مضافًا إليها الطاقة الحرارية للجسم الثاني مقدارًا ثابتًا.

(١٠) كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصهار.

(١١) كمية الطاقة اللازمة لتحول 1 kg من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان.

(١٢) التغير في الطاقة الحرارية لجسم يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحًا منه الشغل الذي يبذله الجسم.

(١٣) الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتغير من شكل إلى آخر.

(١٤) أداة تُحَوِّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة.

(١٥) النسبة بين الشغل الناتج وكمية الحرارة الداخلة.

(١٦) أداة تعمل على انتزاع الطاقة الحرارية من الجسم الأبرد وإضافتها إلى الجسم الأسخن ببذل شغل معين.

(١٧) أداة تعمل في اتجاهين تستخدم الطاقة الميكانيكية لنقل الحرارة من الحيز الذي درجة حرارته أقل إلى الحيز الذي درجة حرارته أكبر.

(١٨) مقياس للفوضى العشوائية في النظام.

(١٩) مقدار الحرارة المضافة إلى جسم مقسومة على درجة حرارة ذلك الجسم.

(٢٠) العمليات الطبيعية تجري في اتجاه المحافظة على الإنتروبي الكلي للكون أو زيادته.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) يتمدد البالون المملوء بغاز الهيليوم عند تعريضه لأشعة الشمس.

(٢) عند تسخين طرف قضيب معدني فإن الطرف الآخر للقضيب يسخن أيضًا.

(٣) رمل الشاطئ يسخن أسرع من ماء البحر.

(٤) أثناء عملية انصهار المادة الصلبة تبقى درجة الحرارة ثابتة.

(٥) أثناء عملية غليان المادة السائلة تبقى درجة الحرارة ثابتة.

(٦) لا تصل كفاءة المحرك الحراري إلى 100% .

(٧) تعدّ المضخة الحرارية مُبَرِّدًا يعمل في اتجاهين.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓑ	(٢) Ⓒ	(٣) Ⓐ	(٤) Ⓒ	(٥) Ⓐ	(٦) Ⓒ	(٧) Ⓐ
(٨) Ⓐ	(٩) Ⓒ	(١٠) Ⓑ	(١١) Ⓒ	(١٢) Ⓒ	(١٣) Ⓐ	(١٤) Ⓑ
(١٥) Ⓐ	(١٦) Ⓒ	(١٧) Ⓑ	(١٨) Ⓐ	(١٩) Ⓐ	(٢٠) Ⓑ	(٢١) Ⓑ
(٢٢) Ⓐ	(٢٣) Ⓐ	(٢٤) Ⓑ	(٢٥) Ⓒ			

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ×	(٣) ✓	(٤) ×	(٥) ✓	(٦) ✓	(٧) ×	(٨) ×	(٩) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) حركة خطية ، حركة دورانية ، وضع	(٢) المسعر	(٣) حرارية

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الطاقة الحرارية.	(٢) حالة الاتزان الحراري.
(٣) الحرارة.	(٤) التوصيل الحراري.
(٥) الحمل الحراري.	(٦) الإشعاع الحراري.
(٧) الحرارة النوعية.	(٨) المسعر.
(٩) مبدأ حفظ الطاقة.	(١٠) الحرارة الكامنة للانصهار.
(١١) الحرارة الكامنة للتبخر.	(١٢) القانون الأول للديناميكا الحرارية.
(١٣) قانون حفظ الطاقة.	(١٤) المحرك الحراري.
(١٥) كفاءة المحرك الحراري.	(١٦) المبردات.
(١٧) المضخة الحرارية.	(١٨) الإنتروبي.
(١٩) التغير في الإنتروبي.	(٢٠) القانون الثاني للديناميكا الحرارية.

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لأن طاقة أشعة الشمس تجعل ذرات الغاز تتحرك أسرع فتصطدم بجدران البالون بمعدل أكبر.

(٢) بسبب انتقال الطاقة الحرارية عند تصادم الجزيئات المتلامسة بعضها ببعض.

(٣) لأن الحرارة النوعية للرمل أقل منها للماء.

(٤) لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات.

(٥) لأن الطاقة الحرارية المكتسبة لا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات.

(٦) لوجود حرارة مفقودة دائماً.

(٧) تبريدها المنزل صيفًا وتدفئته شتاءً.

الفصل ٦ : حالات المادة

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) وحدة قياس الضغط باسكال تكافئ ..

Ⓐ N/m . Ⓑ N/m^2 . Ⓒ $N.m^2$.

(٢) حالة المادة التي لها شكل ثابت ..

Ⓐ الصلبة. Ⓑ السائلة. Ⓒ الغازية.

(٣) حالة المادة التي ليس لها سطح محدد ..

Ⓐ الصلبة. Ⓑ السائلة. Ⓒ الغازية.

(٤) حركة جزيئات الغاز ..

Ⓐ منتظمة. Ⓑ انسيابية. Ⓒ عشوائية.

(٥) عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم الغاز ـــــــ إذا زاد ضغطه.

Ⓐ ينقص Ⓑ يزيد Ⓒ لا يتغير

(٦) إذا تضاعفت درجة حرارة الغاز وثبوت ضغطه فإن حجم الغاز ..

Ⓐ ينقص إلى النصف. Ⓑ يتضاعف. Ⓒ لا يتغير.

(٧) من التطبيقات على التمدد الحراري دوران ..

Ⓐ عجلات الدراجة. Ⓑ الدم في الجسم. Ⓒ الهواء داخل الغرفة.

(٨) ترتب حالات المادة تصاعديًا حسب درجة تمددها ..

Ⓐ الصلبة، السائلة، الغازية. Ⓑ السائلة، الصلبة، الغازية. Ⓒ الغازية، الصلبة، السائلة.

(٩) أكثر المواد الموجودة بين النجوم والمجرات غاز هيدروجين ..

Ⓐ في حالة البلازما. Ⓑ في الحالة الغازية. Ⓒ في الحالة السائلة.

(١٠) خاصية التوتر السطحي للسوائل ناتجة عن ..

Ⓐ قوى التلاصق. Ⓑ قوى التماسك. Ⓒ اللزوجة.

(١١) يُعزى تكور الزئبق واتخاذه شكلاً كرويًا عندما يوضع على سطح مصقول إلى ..

Ⓐ الخاصية الشعرية. Ⓑ اللزوجة. Ⓒ خاصية التوتر السطحي.

(١٢) تزداد ممانعة السائل لتحطم سطحه ..

Ⓐ بزيادة توتره السطحي. Ⓑ بنقصان توتره السطحي. Ⓒ بزيادة لزوجته.

(١٣) يُعزى ارتفاع الوقود في فتيلة القنديل إلى ..

Ⓐ الخاصية الشعرية. Ⓑ اللزوجة. Ⓒ خاصية التوتر السطحي.

(١٤) عملية تحوُّل البخار إلى سائل عند تبريده تسمى ..

Ⓐ التبخر. Ⓑ التكاثف. Ⓒ التطاير.

(١٥) السحابة المتكونة عندما يبرد الهواء الرطب الملامس لسطح الأرض تسمى ..

Ⓐ الضباب. Ⓑ الندى. Ⓒ البَرَد.

(١٦) من التطبيقات العملية على مبدأ باسكال ..

Ⓐ مرذاذ العطر. Ⓑ المازج في محرك البنزين. Ⓒ الرافعة الهيدروليكية.

(١٧) ينشأ ضغط المائع عن قوة ..

Ⓐ الاحتكاك. Ⓑ الجاذبية. Ⓒ الطفو.

(١٨) ضغط الماء على سطح القمر عند أي عمق يساوي ـــــ قيمته على سطح الأرض.

Ⓐ سدس. Ⓑ ربع. Ⓒ ثلث.

(١٩) تنشأ قوة الطفو من زيادة الضغط الناجمة عن زيادة ..

Ⓐ كثافة المائع. Ⓑ العمق. Ⓒ تسارع الجاذبية.

(٢٠) اتجاه قوة الطفو ..

Ⓐ رأسيًا نحو الأسفل. Ⓑ في جميع الاتجاهات. Ⓒ رأسيًا نحو الأعلى.

(٢١) يغطس الجسم في المائع إذا كانت كثافته ـــــ كثافة المائع.

Ⓐ تساوي Ⓑ أصغر من Ⓒ أكبر من

(٢٢) مبدأ برنولي تمثيل لمبدأ ـــــ عند تطبيقه على الموائع.

Ⓐ حفظ الشحنة Ⓑ حفظ الشغل والطاقة Ⓒ حفظ الزخم

(٢٣) إذا نقصت مساحة الأنبوب ـــــ تدفق المائع فيقل ضغطه.

Ⓐ زادت سرعة Ⓑ قلت سرعة Ⓒ انعدمت سرعة

(٢٤) من التطبيقات العملية على مبدأ برنولي ..

Ⓐ الغواصات. Ⓑ المكبس الهيدروليكي. Ⓒ مرش الطلاء. Ⓓ الرافعة الهيدروليكية.

(٢٥) إذا ضاق مجرى المائع ينقص ضغطه و ـــــ خطوط انسيابه.

Ⓐ تتباعد. Ⓑ تتقارب. Ⓒ تنعدم.

(٢٦) إذا كانت خطوط الانسياب دقيقة ومحددة كان التدفق ..

Ⓐ انسيابيًا. Ⓑ مضطربًا. Ⓒ غير منتظم.

(٢٧) تصنف المواد الصلبة غير البلورية على أنها ..

Ⓐ صلبة متجمدة. Ⓑ سائلة. Ⓒ سوائل لزجة بطيئة التدفق.

(٢٨) معامل التمدد الحجمي لجسم $6\ ^{\circ}C^{-1}$ فإن معامل تمدده الطولي يساوي ..

Ⓐ 18 . Ⓑ 6 . Ⓒ 2 .

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) الضغط كمية قياسية.

(٢) معظم الروابط بين جزيئات السائل قوية.

(٣) جزيئات الغاز المثالي لا تشغل حيزاً.

(٤) يوجد قوى تجاذب جزيئية بين جزيئات الغاز المثالي.

(٥) ترتطم جزيئات الغاز بسطح الإناء فترتد عنه دون أن يتغير زخمها الخطي.

(٦) ضغط الغلاف الجوي على الجسم يتعادل مع قوى الجسم المتجهة إلى الخارج.

(٧) يتناسب الثابت في القانون العام للغازات عكسيًا مع عدد الجزيئات.

(٨) عند ثبوت حجم ودرجة حرارة الغاز فإن ضغط الغاز المثالي يتناسب طرديًا مع عدد جزيئات الغاز.

(٩) التأثيرات الضوئية المتوهجة ناتجة عن البلازما المضيئة المتكونة في الأنابيب الزجاجية.

(١٠) البلازما موصلة للكهرباء أما الغازات فَغَيْر موصلة للكهرباء.

(١١) تنتج اللزوجة عن قوى التماسك والتصادمات بين جزيئات المائع.

(١٢) ينتج عن لزوجة المائع احتكاكًا داخليًا يعمل على زيادة تدفق المائع.

(١٣) اللابة المتدفقة من البراكين تعتبر من أكثر الموائع لزوجة.

(١٤) الكوارتز البلوري والكوارتز الزجاجي متماثلان كيميائيًا وفيزيائيًا.

(١٥) تزداد درجة التجمد بزيادة الضغط على سطح السائل.

(١٦) قابلية الطرق والسحب خاصيتان تعتمدان على تركيب المادة ومرونتها.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) تختلف لزوجة اللابة المتدفقة من البراكين باختلاف ..... و ..... .

(٢) محصلة القوى الأفقية المؤثرة على جوانب الجسم المغمور في مائع تساوي ..... .

(٣) الوزن الظاهري للجسم العائق في المائع يساوي ..... .

(٤) لدى بعض الأسماك ..... تقلصها لتغطس وتنفخها لتطفو.

(٥) المواد التي جزيئاتها مصطفة بأنماط مرتبة ومنظمة تسمى ..... .

(٦) تعتمد المرونة على القوى ..... التي تحافظ على بقاء جزيئات المادة معًا.

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) القوة مقسومة على مساحة السطح.

(٢) مواد سائلة أو غازية تتدفق وليس لها شكل محدد.

(٣) حجم عينة الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط المؤثر عليه عند ثبوت درجة الحرارة.

(٤) درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم الغاز مساويًا للصفر.

(٥) عند ثبوت الضغط فإن حجم عينة الغاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارتها.

(٦) لكمية معينة من الغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه مقسومًا على درجة حرارته بوحدة الكلفن يساوي قيمة ثابتة.

(٧) للغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروبًا في ثابت بولتزمان ودرجة حرارته بوحدة الكلفن.

(٨) عدد الجزيئات في عينة كتلتها تساوي الكتلة المولية من المادة.

(٩) خاصية للمواد في جميع حالاتها تسبب تمدد المادة فتصبح أقل كثافة عند التسخين.

(١٠) دوران الهواء داخل الغرفة.

(١١) حالة من حالات المواد يكون فيها المائع شبه غاز ويتكون من إلكترونات سالبة وأيونات موجبة بحيث توصل الكهرباء.

(١٢) ميل سطح السائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة.

(١٣) قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المادة الواحدة.

(١٤) مقياس للاحتكاك الداخلي للسائل.

(١٥) قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة.

(١٦) عملية نفاذ الجزيئات المتحركة خلال الطبقة السطحية للسائل عند امتلاكها طاقة مناسبة.

(١٧) السوائل التي تتبخر بسرعة وسهولة بسبب ضعف قوة التماسك بين جزيئاتها.

(١٨) التغير في الضغط المؤثر عند أي نقطة في السائل المحصور ينتقل إلى جميع نقاط السائل بالتساوي.

(١٩) وزن عمود المائع مقسومًا على مساحة المقطع العرضي لعمود المائع.

(٢٠) القوة الرأسية المؤثرة في الجسم المغمور في مائع إلى أعلى.

(٢١) الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح.

(٢٢) عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه.

(٢٣) الخطوط التي تمثل تدفق المواقع حول الأجسام.

(٢٤) نمط ثابت ومنتظم يتشكل عندما تنخفض درجة حرارة السائل بحيث يقل متوسط طاقة حركة جزيئاته.

(٢٥) قدرة الأجسام الصلبة على العودة إلى شكلها الأصلي عندما يزول تأثير القوى الخارجية.

(٢٦) فواصل تترك بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية.

(٢٧) التغير في الطول مقسومًا على طول الجسم والتغير في درجة الحرارة.

(٢٨) التغير في الحجم مقسومًا على حجم الجسم والتغير في درجة الحرارة.

(٢٩) شريحة ثنائية المعدن تستخدم في منظمات الحرارة.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) ليس للسوائل شكل محدد.

(٢) ليس للغازات شكل محدد.

(٣) يطفو الثلج فوق سطح الماء.

(٤) تنخفض كثافة الماء عند تسخينه من 0 °C إلى 4 °C .

(٥) يزيد حجم الماء عندما ترتفع درجة حرارته فوق 4 °C .

(٦) تتمكن بعوضة الماء من السير على سطح الماء.

(٧) تُكَوِّن خاصية التوتر السطحي للسائل قطرات كروية.

(٨) التوتر السطحي للزئبق أكبر من التوتر السطحي للماء.

(٩) تتسطح قطرات الكحول والإيثر على السطح المصقول.

(١٠) تستخدم في المحركات زيوت عالية اللزوجة.

(١١) لا يرتفع الزئبق في الأنابيب الضيقة.

(١٢) يُؤَدي التبخر إلى خفض درجة حرارة السائل في الإناء.

(١٣) يزداد ضغط الماء على جسمك إذا غطست إلى أعماق أكبر.

(١٤) تطفو السفينة المصنوعة من الفولاذ على سطح الماء.

(١٥) يترك المهندسون فجوات بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية.

(١٦) للفولاذ والإسمنت المستخدم في المباني معامل التمدد نفسه.

الأجوبة النهائية

اجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓑ	(٢) Ⓐ	(٣) Ⓒ	(٤) Ⓒ	(٥) Ⓐ	(٦) Ⓑ	(٧) Ⓒ
(٨) Ⓐ	(٩) Ⓐ	(١٠) Ⓑ	(١١) Ⓒ	(١٢) Ⓐ	(١٣) Ⓐ	(١٤) Ⓑ
(١٥) Ⓐ	(١٦) Ⓒ	(١٧) Ⓑ	(١٨) Ⓐ	(١٩) Ⓑ	(٢٠) Ⓒ	(٢١) Ⓒ
(٢٢) Ⓑ	(٢٣) Ⓐ	(٢٤) Ⓒ	(٢٥) Ⓑ	(٢٦) Ⓐ	(٢٧) Ⓒ	(٢٨) Ⓒ

اجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ×	(٣) ✓	(٤) ×	(٥) ×	(٦) ✓	(٧) ×	(٨) ✓
(٩) ✓	(١٠) ✓	(١١) ✓	(١٢) ×	(١٣) ✓	(١٤) ×	(١٥) ✓	(١٦) ✓

اجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) تركيبها ، درجة حرارتها	(٢) الخاصية الشعرية	(٣) صفراً
(٤) مثانة الهوم	(٥) المواد الصلبة البلورية	(٦) الكهرومغناطيسية

اجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الضغط.	(٢) المائع.	(٣) قانون بويل.
(٤) الصفر المطلق.	(٥) قانون شارل.	(٦) القانون العام للغازات.
(٧) قانون الغاز المثالي.	(٨) عدد أفوجادرو.	(٩) التمدد الحراري
(١٠) تيار الحمل.	(١١) البلازما.	(١٢) خاصية التوتر السطحي.
(١٣) قوى التماسك.	(١٤) المزوجة.	(١٥) قوى التلاصق.
(١٦) عملية التبخر.	(١٧) السوائل المتطايرة.	(١٨) مبدأ باسكال.
(١٩) ضغط المائع.	(٢٠) قوة الطفو.	(٢١) مبدأ أرخيدس.
(٢٢) مبدأ برنولي.	(٢٣) خطوط الانسياب.	(٢٤) الشبكة البلورية.
(٢٥) مرونة الأجسام الصلبة.	(٢٦) وصلات التمدد.	(٢٧) معامل التمدد الطولي.
(٢٨) معامل التمدد الحجمي.	(٢٩) المزدوج الحراري.	

اجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لأن السائل يتدفق ليأخذ شكل الإناء الذي يحويه.

(٢) لأنه يتمدد ويتشر ليملأ الحيز الذي يحويه.

(٣) لأن كثافة الماء عند درجة حرارة 4 °C أكبر من كثافة الثلج.

(٤) بسبب تزايد قوى الترابط بين جزيئاته.

(٥) بسبب تزايد الحركة الجزيئية.

(٦) لأن جزيئات الماء عند السطح لها قوة تجاذب محصلة في اتجاه الداخل تولد التوتر السطحي.

(٧) لأن الشكل الكروي هو الشكل الذي له أقل مساحة سطح لحجم معين.

(٨) لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء.

(٩) لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة.

(١٠) كي تتدفق ببطء على الأجزاء المعدنية للمحرك فتقلل من احتكاكها بعضها ببعض.

(١١) لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التلاصق بين الزئبق وسطح الزجاج.

(١٢) بسبب انخفاض متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المتبقية في الإناء فتنخفض درجة الحرارة.

(١٣) بسبب زيادة كمية الماء فوق جسمك ليكون وزن الماء أكبر كلما زاد العمق.

(١٤) لأن جسم السفينة مفرغًا وكبيرًا؛ لذا فمعدل كثافة السفينة أقل من كثافة الماء لذلك تطفو.

(١٥) للسماح بتمدد أجزاء الجسر في أيام الصيف فلا يتقوس أو تتحطم أجزاؤه.

(١٦) حتى يتمددان بنفس الدرجة فلا تتصدع المباني في الأيام الحارة.