Max Musterlöser

1. Klausur zur Vorlesung

„Experimentalphysik I für Naturwissenschaftler“

Im Wintersemester 2020/2021

am Dienstag, 23. März 2021, 18:00-20:00

ID Nr. 00

Beachten Sie folgende Hinweise:

Die **Heftung** der Aufgabenblätter **nicht lösen**!

Tragen Sie auf **der ersten und letzten Seite** oben ihren **Namen, Matrikelnummer und Studienrichtung** mit angestrebtem Abschluss ein!

Bitte **merken Sie sich die ID-Nummer** Ihrer Klausur, da das Klausurergebnis nur über diese ID-Nummer veröffentlicht wird.

Bei jeder Aufgabe gibt es „multiple choice“ Lösungen. Es ist immer nur eine Antwort richtig. Die richtige Lösung kreuzen Sie auf dem Lösungsblatt (letztes Blatt) an. Bei richtiger Antwort gibt es einen Punkt. Ist keine oder die falsche Antwort angekreuzt, oder sind mehrere Antworten bei einer Frage angekreuzt, gibt es keinen Punkt. Falls Sie eine bereits angekreuzte Antwort ändern, machen Sie dies eindeutig klar.

Rechnungen können Sie auf die Blätter der Klausur schreiben. Zusatzblätter dürfen Sie beilegen.

Durch Rundungsfehler können Ihre Ergebnisse möglicherweise nicht genau mit den Antwortmöglichkeiten übereinstimmen. In diesem Fall wählen Sie die Antwort, die Ihrem Ergebnis am nächsten kommt.

Nochmals: Die Lösungen müssen unbedingt auf das Lösungsblatt (letztes Blatt) übertragen werden.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg, Sebastian Slama!

Max Musterlöser

1) Gegeben ist die Ortsfunktion $r(t) = -x_0 \cdot ln\left(\frac{t}{\tau}\right)$. Wie lautet die dazu gehörende Beschleunigungsfunktion $a(t)$?

A) $a(t) = \frac{x_0}{t^2}$
B) $a(t) = \frac{x_0}{\tau^2}$
C) $a(t) = x_0 \cdot \frac{t}{\tau}$
D) $a(t) = x_0 \cdot t^2$
E) $a(t) = x_0 \cdot \tau^2$

$v(t) = \dot{r}(t) = -x_0 \cdot \frac{1}{\left(\frac{t}{\tau}\right)} \cdot \left(\frac{1}{\tau}\right) = -\frac{x_0}{t}$

$a(t) = \dot{v}(t) = -\frac{x_0}{-t^2} = \frac{x_0}{t^2}$

2) Die Einheit der Leistung P lautet

A) $[P] = \frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s^3}}$
B) $[P] = \frac{\mathrm{kgm^3}}{\mathrm{s^2}}$
C) $[P] = \frac{\mathrm{m^2}}{\mathrm{s^2}}$
D) $[P] = \frac{\mathrm{kgm}}{\mathrm{s^2}}$
E) $[P] = \frac{\mathrm{kgm^2}}{s}$

$[P] = W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s} = \frac{kg\,m \cdot m}{s^2 \cdot s} = \frac{kg\,m^2}{s^3}$

3) Bei einem Experiment durchfliegt ein Elektron innerhalb einer Zeit von $\Delta t = 1\ \mathrm{ms} \cdot (1 \pm 1{,}1\%)$ eine Strecke von $\Delta s = 1\ \mathrm{m} \cdot (1 \pm 1{,}8\%)$. Bei den angegebenen Fehlern (1,1% und 1,8%) handelt es sich um die relativen Fehler. Wie groß ist der relative Fehler Δv der aus den Messwerten berechneten Geschwindigkeit von $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 1000\ \mathrm{m/s}$?

A) $\Delta v = 1{,}3\%$
B) $\Delta v = 1{,}7\%$
C) $\Delta v = 2{,}1\%$
D) $\Delta v = 2{,}5\%$
E) $\Delta v = 2{,}9\%$

Bei Division $v = \frac{s}{t}$ ist

$\frac{\Delta v}{v} = \sqrt{\left(\frac{\Delta s}{s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t}\right)^2}$

$= \sqrt{(1{,}1\%)^2 + (1{,}8\%)^2}$

$= 2{,}1\%$

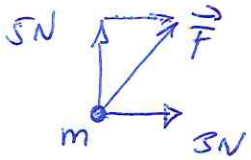
4) Auf eine Masse $m = 0{,}2\ kg$ wirken die Kräfte $F_1 = 3\ N$ in x-Richtung und $F_2 = 5\ N$ in y-Richtung. Wie groß ist der Betrag der Beschleunigung $a = |\vec{a}|$ der Masse?

A) $a = 21\frac{m}{s^2}$
B) $a = 23\frac{m}{s^2}$
C) $a = 25\frac{m}{s^2}$
D) $a = 27\frac{m}{s^2}$
E) $a = 29\frac{m}{s^2}$

$F = m \cdot a$

$F = |\vec{F}| = \sqrt{(3N)^2 + (5N)^2} = \sqrt{34}\ N = 5{,}83\ N$

$a = \frac{F}{m} = \frac{5{,}83N}{0{,}2\ kg} = 29{,}15\ \frac{m}{s^2} \approx 29\ \frac{m}{s^2}$



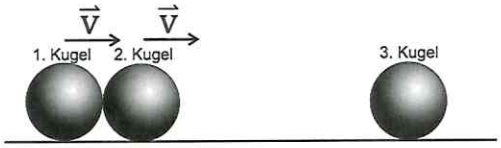
Max Musterlöser

5) Ein Körper wird an der Erdoberfläche mit einer Gewichtskraft von F angezogen. Welche Gewichtskraft F' hätte der (gleiche) Körper auf einem Planeten mit dem 5 – fachen Erdradius und der 20 – fachen Masse der Erde?

A) $F' = 0{,}4\,F$
B) $F' = 0{,}5\,F$
C) $F' = 0{,}6\,F$
D) $F' = 0{,}7\,F$
E) $F' = 0{,}8\,F$

$F = G\frac{M_E m}{r_E^2} \rightarrow F' = G\cdot\frac{20 M_E m}{(5r_E)^2} = \underbrace{G\frac{M_E m}{r_E^2}}_{F}\cdot\frac{20}{25} = F\cdot\frac{4}{5}$

6) Zwei Kugeln prallen gleichzeitig mit Geschwindigkeit v auf eine dritte Kugel. Alle Kugeln besitzen die gleiche Masse, und alle Stöße zwischen den Kugeln sind **vollkommen elastisch.** Was passiert?



A) Alle drei Kugeln bewegen sich mit $\frac{1}{2}v$ weiter.
B) Alle drei Kugeln bewegen sich mit $\frac{2}{3}v$ weiter.
C) Die 1. und die 2. Kugel bleiben stehen, und die 3. Kugel bewegt sich mit $2v$ weiter.
D) Die 1. Kugel bleibt stehen, und die 2. und 3. Kugel bewegen sich mit v weiter.
E) Die 1. Kugel wird mit Geschwindigkeit v reflektiert, die 2. Kugel bleibt stehen, und die 3. Kugel bewegt sich mit v weiter.

7) Bei welcher Bewegung auf der Erdoberfläche gibt es keine durch die Erdrotation verursachte Corioliskraft?

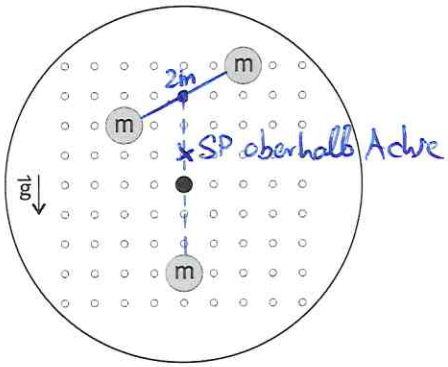


$\vec{v} \parallel \vec{\omega}$

$\Rightarrow \vec{F}_c = 2m\,\vec{v}\times\vec{\omega} = 0$

A) Bei der Überquerung des Nordpols.
B) Bei der Bewegung entlang des Äquators in West- und Ostrichtung.
C) Bei der Überquerung des Äquators in Nord- und Südrichtung.
D) Bei jeder Bewegung auf der Erdoberfläche in Nord- und Südrichtung.
E) Bei allen Bewegungen A bis E entsteht eine Corioliskraft.

8) Eine um ihren Mittelpunkt drehbare Scheibe sei an der Wand montiert. An den skizzierten Plätzen hängen drei gleich große Massen m. Welche Situation liegt vor?



A) Stabiles Gleichgewicht
B) Labiles Gleichgewicht
C) Indifferentes Gleichgewicht
D) Drehmoment für Drehung im Uhrzeigersinn
E) Drehmoment für Drehung im Gegenuhrzeigersinn

Max Musterlöser

9) Mehrere Zylinder mit verschiedenen Massen m, Radien r und Trägheitsmomenten J werden durch das gleiche Drehmoment M in Rotation versetzt. Welches der Objekte dreht sich mit der größten Winkelgeschwindigkeit (nach jeweils gleicher Wirkdauer des Drehmoments)?

A) Das Objekt mit der kleinsten Masse m
B) Das Objekt mit dem kleinsten Trägheitsmoment J
C) Das Objekt mit dem kleinsten Radius r
D) Das Objekt mit dem kleinsten Verhältnis von $\frac{m}{r}$
E) Das Objekt mit dem kleinsten Verhältnis von $\frac{J}{r}$

$M = J \cdot \alpha \rightarrow \alpha = \frac{M}{J}$

$\omega = \alpha \cdot t = \frac{M}{J} \cdot t \propto \frac{1}{J}$

10) Ein Stab wird durch eine Kraft zusammengedrückt und verkürzt sich hierbei um 0,4%. Wie ändert sich gleichzeitig die Breite des Stabes? Die Poissonzahl des Stabes sei 0,5.

A) Die Breite vergrößert sich um 0,1 %.
B) Die Breite vergrößert sich um 0,2 %
C) Die Breite vergrößert sich um 0,4 %
D) Die Breite vergrößert sich um 0,8 %
E) Die Breite vergrößert sich um 1,2 %

$\frac{\Delta d}{d} = -\mu \frac{\Delta e}{e} = -0{,}5 \cdot 0{,}4\,\% = -0{,}2\,\%$

11) Berechnen Sie die Auftriebskraft F_A auf einen Körper mit Volumen $V = 485\ cm^3 = 485 \cdot 10^{-6}\ m^3$, der sich komplett unter Wasser (Dichte ρ=1025 kg/m³) befindet. (Erdbeschleunigung g=9,81 m/s²)

A) F = 4,9 N
B) F = 49 N
C) F = 490 N
D) F = 4900 N
E) F = 49000 N

$F_A = \rho_{Fl} \cdot V_K \cdot g = 1025 \frac{kg}{m^3} \cdot 485 \cdot 10^{-6}\,m^3 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2}$

$= 4{,}9\,N$

12) Wieviel Prozent eines in Ethanol schwimmenden Körpers mit Dichte $\rho_K = 0{,}62\ g/cm^3$ befinden sich oberhalb der Ethanoloberfläche? Die Dichte von Ethanol beträgt $\rho_E = 0{,}79\ g/cm^3$.

A) 21,5 %
B) 24,5 %
C) 27,5 %
D) 30,5 %
E) 33,5 %

$V_0 = \left(1 - \frac{\rho_K}{\rho_{Fl}}\right) V_K = \left(1 - \frac{0{,}62\ g/cm^3}{0{,}79\ g/cm^3}\right) V_K$

$= 0{,}215\ V_K$

$\hat{=}\ 21{,}5\,\%$

Max Musterlöser

13) Nach der barometrischen Höhenformel ist der Luftdruck in einer Höhe von 8000 m auf 36,8 % des Wertes an der Erdoberfläche abgefallen. Auf wieviel Prozent ist der Luftdruck in einer Höhe von 4000 m abgefallen ?

A) Auf 57,6 %
B) Auf 60,7 %
C) Auf 63,5 %
D) Auf 68,4 %
E) Auf 73,6 %

$h =$ h'

$e^{-h/h_0} = 0{,}368$

$e^{-h'/h_0} = e^{-h/2h_0} = \left(e^{-h/h_0}\right)^{1/2} = (0{,}368)^{1/2}$

$= \sqrt{0{,}368} = 0{,}607 \;\hat{=}\; 60{,}7\,\%$

14) Eine inkompressible Flüssigkeit fließe mit Geschwindigkeit v_1 durch ein Rohr mit Radius R_1. Wie groß ist die Geschwindigkeit v_2 der Flüssigkeit in einer Engstelle mit Radius $R_2 = 0.25 \cdot R_1$.

A) $v_2 = 1/16 \cdot v_1$
B) $v_2 = 1/4 \cdot v_1$
C) $v_2 = v_1$
D) $v_2 = 4 \cdot v_1$
E) $v_2 = 16 \cdot v_1$

$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \pi R_1^2 v_1 = \pi R_2^2 v_2$

$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = v_1 \cdot \left(\frac{R_1}{0{,}25 R_1}\right)^2 = 16\, v_1$

15) Durch ein Rohr mit Durchmesser d strömt eine Menge von 10 l/s. Wieviel Liter pro Sekunde strömen bei gleichem Druck durch ein zweites, gleich langes Rohr mit dem halben Durchmesser?

A) 5 l/s
B) 2,5 l/s
C) 1,25 l/s
D) 0,625 l/s
E) 0,3125 l/s

Hagen-Poiseuille

$I = \frac{\pi \Delta p}{8 \eta \ell} \cdot R^4 \rightarrow I' = \frac{\pi \Delta p}{8 \eta \ell} \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} \cdot \frac{\pi \Delta p}{8 \eta \ell} R^4$

$= \frac{1}{16} I = \frac{1}{16} \cdot 10 \frac{\ell}{s} = 0{,}625 \frac{\ell}{s}$

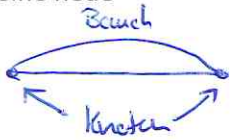
16) Entlang eines Seils läuft eine harmonische Welle mit Wellenlänge $\lambda = 2{,}8\ m$ und Frequenz $f = 1{,}5\ Hz$. Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle?

A) $c = 0{,}5\ m/s$
B) $c = 1{,}9\ m/s$
C) $c = 2{,}4\ m/s$
D) $c = 3{,}5\ m/s$
E) $c = 4{,}2\ m/s$

$c = \lambda \cdot f = 2{,}8\ m \cdot 1{,}5 \frac{1}{s} = 4{,}2 \frac{m}{s}$

Max Musterlösung

17) Die Saiten einer Gitarre sind 65,0 cm lang. Zupft man sie an, entstehen stehende Wellen. Eine der Saiten schwingt in der Grundschwingung mit einer Frequenz von 110 Hz (Tonhöhe A). Verkürzt man die Saite (durch Drücken im dritten Bund) auf 54,6 cm, bekommt man eine neue Grundschwingung (mit Tonhöhe c). Wie groß ist die Frequenz des neuen Tons?
Hinweis: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle ist bei beiden Tönen gleich.



$\lambda = 2L$

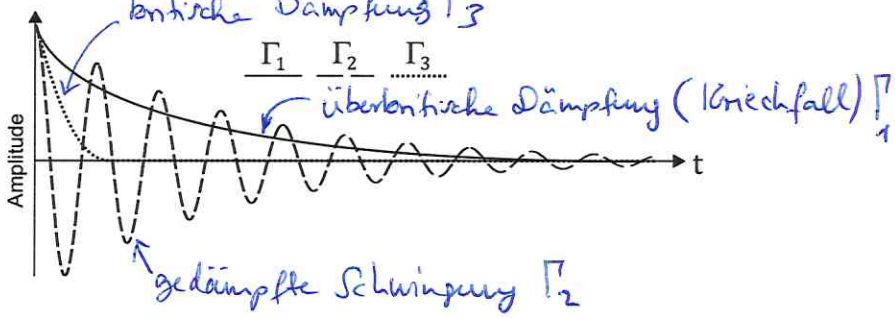
A) 131 Hz
B) 136 Hz
C) 141 Hz
D) 146 Hz
E) 151 Hz

$c = \lambda_1 \cdot f_1 = 2L_1 f_1$
$c = \lambda_2 f_2 = 2L_2 f_2$ } gleichsetzen

$2L_1 f_1 = 2L_2 f_2$

$f_2 = f_1 \cdot \frac{L_1}{L_2} = 110\,Hz \cdot \frac{65{,}0\,cm}{54{,}6\,cm} = 131\,Hz$

18) Die Skizze zeigt die Ortskurven eines gedämpften harmonischen Oszillators mit drei verschieden großen Werten für die Dämpfungskonstante Γ_1, Γ_2 und Γ_3. Ordnen Sie die Dämpfungskonstante von kleiner zu großer Dämpfung:



A) $\Gamma_1 < \Gamma_2 < \Gamma_3$
B) $\Gamma_1 < \Gamma_3 < \Gamma_2$
C) $\Gamma_3 < \Gamma_2 < \Gamma_1$
D) $\Gamma_2 < \Gamma_3 < \Gamma_1$
E) $\Gamma_2 < \Gamma_1 < \Gamma_3$

19) Wie groß ist die Wärmekapazität C_V von einem mol ($N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$Teilchen) eines 1-atomigen idealen Gases , z.B. bestehend aus Heliumatomen?
Hinweise: Wie groß ist die innere Energie eines 1-atomigen Gases? Nutzen Sie den Zusammenhang: $\Delta U = C_V \cdot \Delta T$ und verwenden Sie $k_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23} J/K$

A) $C_V = 12{,}5 \frac{J}{K}$
B) $C_V = 14{,}6 \frac{J}{K}$
C) $C_V = 16{,}7 \frac{J}{K}$
D) $C_V = 18{,}8 \frac{J}{K}$
E) $C_V = 20{,}9 \frac{J}{K}$

$C_V = \frac{3}{2} N k_B = \frac{3}{2} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} J/K$

$= 12{,}5\ J/K$

T = const V = const Q = const

20) Bei einer (i) isothermen, (ii) isochoren und (iii) adiabatischen Zustandsänderung sind folgende Größen konstant:

A) (i) Temperatur, (ii) Druck und (iii) Wärmemenge
B) (i) Druck, (ii) Temperatur und (iii) Volumen
C) (i) Temperatur, (ii) Druck und (iii) Volumen
D) (i) Volumen, (ii) Wärmemenge und (iii) Temperatur
E) (i) Temperatur, (ii) Volumen und (iii) Wärmemenge

Max Musterlöser

21) Die Formel $p_2 = p_1 \cdot \frac{V_2}{V_1}$ benutzt man in der Thermodynamik idealer Gase

isotherm: $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

A) bei einer isochoren Zustandsänderung.
B) bei einer isothermen Zustandsänderung.
C) am besten gar nicht, denn sie ist falsch !
D) bei einer isobaren Zustandsänderung.
E) bei einer adiabatischen Zustandsänderung.

22) In einer Gasflasche befindet sich Stickstoff mit Raumtemperatur (T_1 = 293 K) und 200 bar Druck. Beim Ausströmen aus der Flasche auf Raumdruck 1 bar kühlt sich das Gas ab. Wie groß ist die Temperatur T_2 des ausgeströmten Gases? Betrachten Sie das Ausströmen als adiabatischen Prozess mit einem Isentropenexponent von $\kappa = 1{,}4$.

A) $T_2 = 272\ K$
B) $T_2 = 204\ K$
C) $T_2 = 134\ K$
D) $T_2 = 64\ K$
E) $T_2 = 4\ K$

Adiabatengleichung!

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \qquad \frac{\kappa-1}{\kappa} = \frac{0{,}4}{1{,}4}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 293\,K \cdot \left(\frac{1\,bar}{200\,bar}\right)^{\frac{0{,}4}{1{,}4}} = 64\,K$$

23) Steigt in einem idealen Gas die Temperatur von 300 K auf 1200 K an, so steigt die mittlere Geschwindigkeit der Gasteilchen von v zu

A) $v' = \sqrt{2} \cdot v$
B) $v' = 2 \cdot v$
C) $v' = \sqrt{3/2} \cdot v$
D) $v' = 3 \cdot v$
E) $v' = 4 \cdot v$

$$v \propto \sqrt{T_1} \rightarrow v' \propto \sqrt{T_2}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{T_2}}{\sqrt{T_1}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{1200\,K}{300\,K}} = \sqrt{4} = 2$$

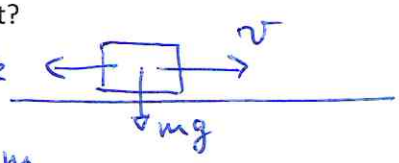
$$v' = 2v$$

Max Musterlöser

Themengebiet 1: Reibungskräfte

24) Eine Fahrradfahrerin habe auf ebener Strecke eine Geschwindigkeit von v=12 m/s. Der Gleitreibungskoeffizient der Räder mit der Straße ist $\mu_G = 0{,}8$. Wie weit fährt das Fahrrad bei einer Vollbremsung (Gleitreibung), bis das Rad steht?
Erdbeschleunigung g = 10 m/s². 2. Newton

A) 5 m
B) 9 m
C) 13 m
D) 17 m
E) 21 m



$F_R = \mu_G \cdot m \cdot g = m a$

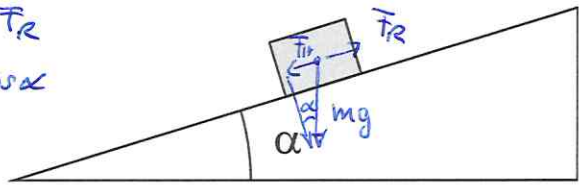
$\rightarrow a = \mu_G \cdot g = 0{,}8 \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 8 \frac{m}{s^2}$; $v = a \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{12\ m/s}{8\ m/s^2} = 1{,}5\ s$

$\rightarrow x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$

$= 12 \frac{m}{s} \cdot 1{,}5\ s - \frac{1}{2} \cdot 8 \frac{m}{s^2} \cdot (1{,}5\ s)^2 = 18\ m - 9\ m = 9\ m$

25) Ein Körper mit Masse m befindet sich auf einer schiefen Ebene mit Winkel α. Der Haftreibungskoeffizient zwischen Körper und Ebene beträgt μ_H=0,6. Wie groß muss der Winkel mindestens sein, damit der Körper zu gleiten beginnt?

A) $\alpha_{min} = 27°$
B) $\alpha_{min} = 29°$
C) $\alpha_{min} = 31°$
D) $\alpha_{min} = 33°$
E) $\alpha_{min} = 35°$



Bedingung: $F_H = F_R$

$mg \sin\alpha = \mu_H mg \cos\alpha$

$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \mu_H$

$\tan\alpha = \mu_H$

$\alpha = \operatorname{atan}(\mu_H) = \operatorname{atan}(0{,}6) = 31°$

26) Wie groß ist die konstante Fallgeschwindigkeit v eines Regentropfens unter Annahme von turbulenter Reibung? Wir modellieren den Tropfen als eine kleine Kugel mit einem Radius R = 5 mm und einer Masse m = 0,5 g.
Hinweise: Luftdichte $\rho = 1{,}2\ kg/m^3$ Erdbeschleunigung g = 10 m/s², Tropfenquerschnittfläche $A = \pi R^2$ und c_W Wert $c_W = 0{,}02$.

A) $v = 73\ m/s$
B) $v = 83\ m/s$
C) $v = 93\ m/s$
D) $v = 103\ m/s$
E) $v = 113\ m/s$



$F_R = \frac{1}{2} \rho c_W A v^2 = mg$ ($A = \pi R^2$)

$\rightarrow v = \sqrt{\frac{2mg}{\rho c_W \pi r^2}}$

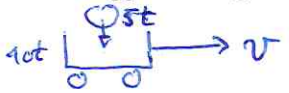
$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ kg \cdot 10\ m/s^2}{1{,}2 \frac{kg}{m^3} \cdot 0{,}02 \cdot \pi \cdot (5 \cdot 10^{-3}\ m)^2}} = 73 \frac{m}{s}$

Max Musterlöser

Themengebiet 2: Impulserhaltung

27) Ein Eisenbahn-Güterwaggon mit einer Masse von 10 Tonnen rollt reibungsfrei auf ebener Strecke mit einer Geschwindigkeit von $v = 21\ m/s$. Aus einem Kran fällt eine zusätzliche Last von 5 Tonnen senkrecht in den Waggon. Wie groß ist die Geschwindigkeit v' nach dem Einfüllen der Last?

A) $v' = 14\ m/s$
B) $v' = 15\ m/s$
C) $v' = 16\ m/s$
D) $v' = 17\ m/s$
E) $v' = 18\ m/s$



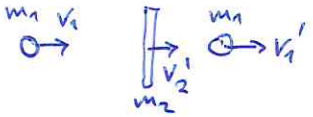
$p_1 = p_2$; $m_1 v_1 = m_2 v_2$ (10t ; 10t + 5t)

$V_2 = V_1 \cdot \frac{m_1}{m_2}$

$= 21 \frac{m}{s} \cdot \frac{10t}{15t} = 14 \frac{m}{s}$

28) Eine Kugel mit einer Masse von $m_1 = 8\ g$, trifft mit einer Geschwindigkeit von $v_1 = 220\ m/s$ auf ein Holzbrett mit einer Masse von $m_2 = 1\ kg$. Die Kugel tritt auf der Rückseite des Bretts mit einer Geschwindigkeit von $v'_1 = 140\ m/s$ aus. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Bretts v'_2 nach dem Stoß, wenn es vorher in Ruhe war, und sich reibungsfrei bewegen kann?

A) $v'_2 = 0{,}24\ m/s$
B) $v'_2 = 0{,}34\ m/s$
C) $v'_2 = 0{,}44\ m/s$
D) $v'_2 = 0{,}54\ m/s$
E) $v'_2 = 0{,}64\ m/s$



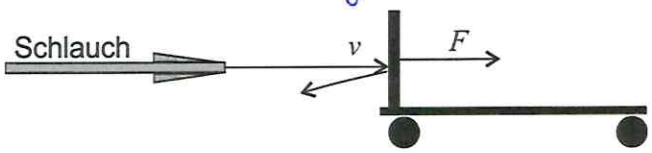
$m_1 v_1 = m_2 v_2' + m_1 v_1'$

$m_2 v_2' = m_1 (v_1 - v_1')$

$v_2' = \frac{m_1}{m_2} (v_1 - v_1') = \frac{8g}{1kg} \cdot (220 \frac{m}{s} - 140 \frac{m}{s}) = 0{,}64 \frac{m}{s}$

$= 1000g$

29) Aus einem Gartenschlauch strömen 12 Liter Wasser pro Minute mit einer Geschwindigkeit von $v = 0{,}6\ m/s$ aus (Dichte von Wasser $\rho = 1\ kg/l$).



Mit dem Gartenschlauch wird ein auf einem Skateboard montiertes Blech angespritzt, so dass der Wasserstrahl zurückspritzt (doppelter Impulsübertrag). Welche Kraft F wird auf das ruhende Skateboard ausgeübt?

A) $F = 0{,}14\ N$
B) $F = 0{,}24\ N$
C) $F = 0{,}34\ N$
D) $F = 0{,}44\ N$
E) $F = 0{,}54\ N$

$F = \frac{dp}{dt}$; $p = m \cdot v$; $I = \frac{dV}{dt}$; $m = V \cdot \rho$; $V = \frac{m}{\rho}$

$F = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = v \frac{dm}{dt}$

$I = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dm}{dt}$; $\frac{dm}{dt} = I \cdot \rho$

$F = v \cdot I \cdot \rho = 0{,}6 \frac{m}{s} \cdot 12 \frac{l}{60\ s} \cdot 1 \frac{kg}{l} = 0{,}12\ N$

doppelter Impulsübertrag $\Rightarrow$ $F = 0{,}24\ N$

Max Musterlöser

Themengebiet 3: Drehungen der Erde

30) Die Erde dreht sich mit einem Radius von $R = 150 \cdot 10^6\ km$ und einer Umlaufzeit von 365 Tagen annähernd auf einer Kreisbahn um die Sonne. Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit v der Erde um die Sonne?

A) $v = 30\ m/s$
B) $v = 300\ m/s$
C) $v = 3\ km/s$
D) $v = 30\ km/s$
E) $v = 300\ km/s$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{1\,\text{Jahr}} = \frac{2\pi \cdot 150 \cdot 10^6 \cdot 10^3\,m}{365 \cdot 24 \cdot 3600\,s} = 29\,886\ \frac{m}{s} \approx 30\ \frac{km}{s}$$

31) Die Erde dreht sich mit einem Radius von $R = 150 \cdot 10^6\ km$ und einer Umlaufzeit von 365 Tagen annähernd auf einer Kreisbahn um die Sonne. Wie groß ist die Rotationsenergie $E_{rot,1}$ der Erde bei der Rotation um die Sonne. Hierzu können Sie die Erde in guter Näherung als Punktmasse mit $M = 6 \cdot 10^{24}\ kg$ annehmen.

A) $E_{rot,1} = 2{,}7 \cdot 10^{25}\ J$
B) $E_{rot,1} = 2{,}7 \cdot 10^{27}\ J$
C) $E_{rot,1} = 2{,}7 \cdot 10^{29}\ J$
D) $E_{rot,1} = 2{,}7 \cdot 10^{31}\ J$
E) $E_{rot,1} = 2{,}7 \cdot 10^{33}\ J$

$v = \frac{2\pi R}{T}$

$$E_{rot,1} = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \underbrace{mR^2}_{J} \cdot \underbrace{\frac{v^2}{R^2}}_{\omega = v/R} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 10^{24}\,kg \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 150 \cdot 10^6 \cdot 10^3\,m}{365 \cdot 24 \cdot 3600\,s}\right)^2 = 2{,}7 \cdot 10^{33}\ J$$

32) Die Erde dreht sie sich pro 24 Stunden einmal um sich selbst. Wir betrachten die Erde als homogene Kugel mit einem Radius von $r = 6371\ km$ und einer Masse von $M = 6 \cdot 10^{24}\ kg$. Wie groß ist die Rotationsenergie $E_{rot,2}$ der Erde bei der Rotation um sich selbst?

Hinweis: Trägheitsmoment der Kugel $J = \frac{2}{5} m r^2$

A) $E_{rot,2} = 2{,}6 \cdot 10^{25}\ J$
B) $E_{rot,2} = 2{,}6 \cdot 10^{27}\ J$
C) $E_{rot,2} = 2{,}6 \cdot 10^{29}\ J$
D) $E_{rot,2} = 2{,}6 \cdot 10^{31}\ J$
E) $E_{rot,2} = 2{,}6 \cdot 10^{33}\ J$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$E_{rot,2} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot m r^2 \cdot \omega^2$$

$$= \frac{1}{5} \cdot m r^2 \omega^2 = \frac{1}{5} \cdot 6 \cdot 10^{24}\,kg \cdot (6371 \cdot 10^3\,m)^2 \cdot \left(\frac{2\pi}{24 \cdot 3600\,s}\right)^2$$

$$= 2{,}6 \cdot 10^{29}\ J$$

Max Musterlöser

Themengebiet 4: Wärme im Tiefkühlschrank

$\Delta T = 20°C - (-18°) = 38°C = 38\,K$

33) Ein quaderförmiger Tiefkühlschrank erzeugt in seinem Inneren eine Temperatur von -18°C, während die Außentemperatur 20° C beträgt. Das Innenvolumen beträgt 30 cm x 20 cm x 60 cm. Wieviel Wärmeenergie W wird in den Tiefkühler eingebracht, wenn die kalte Luft beim Öffnen der Tür komplett durch warme Luft ersetzt wird?
Hinweise: Luftdichte $\rho = 1{,}2\ kg/m^3$ und spezifische Wärmekapazität von Luft $c = 1{,}0\ kJ/(kg \cdot K)$

A) $W = 1{,}04\ kJ$
B) $W = 1{,}24\ kJ$
C) $W = 1{,}44\ kJ$
(D) $W = 1{,}64\ kJ$
E) $W = 1{,}84\ kJ$

$W = \Delta Q = C \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$
$= 1\,\frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 1{,}2\,\frac{kg}{m^3} \cdot (0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}6)\,m^3 \cdot 38\,K$
$= 1{,}64\ kJ$

34) Ein Tiefkühlschrank mit Außenfläche $A = 0{,}72\ m^2$ ist nach allen Seiten mit einem 5 cm dicken Polyurethan-Hartschaum isoliert. Dieser hat einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0{,}02\ W/(m \cdot K)$. Welche Kühlleistung P muss der Kühlschrank leisten, um den Temperaturunterschied zwischen innen (-18°C) und außen (20°C) aufrecht zu erhalten ?

(A) $P = 11\ W$
B) $P = 22\ W$
C) $P = 33\ W$
D) $P = 44\ W$
E) $P = 55\ W$

$P = \frac{dQ}{dt} = \frac{\lambda \cdot A}{d} \cdot \Delta T = 0{,}02\,\frac{W}{m \cdot K} \cdot \frac{0{,}72\,m^2}{0{,}05\,m} \cdot 38\,K$
$= 11\,W$

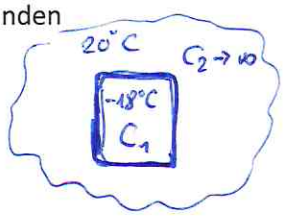
35) Ein Tiefkühlschrank mit Außenfläche $A = 0{,}72\ m^2$ ist nach allen Seiten mit einem 5 cm dicken Polyurethan-Hartschaum isoliert. Dieser hat einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0{,}02\ W/(m \cdot K)$. Der Innenraum des Tiefkühlschranks (mit seinen gekühlten Lebensmitteln) hat eine Wärmekapazität von $C = 20\ kJ/K$. Wie lange dauert es bei einem Stromausfall, bis der Temperaturunterschied zwischen innen und außen auf 1/e des Startwertes abgefallen ist?
Hinweis: Die Wärmekapazität des Außenbereiches (des Raumes, in dem der Tiefkühler steht) kann als unendlich groß angesehen werden.

A) 1 Stunde
B) 5 Stunden
C) 9 Stunden
(D) 19 Stunden
E) 29 Stunden

$\Delta T = \Delta T_0 \cdot e^{-t/\tau}$ mit 1/e-Zeitskala

$\tau = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{d}{\lambda \cdot A} = \frac{C_1}{\frac{C_1}{C_2} + 1} \cdot \frac{d}{\lambda A} \xrightarrow{\lim} \frac{C_1 d}{\lambda \cdot A}$

C_2 in Zähler & Nenner; $\lim_{C_2 \to \infty}$



$\Rightarrow \tau = \frac{20 \cdot 10^3\,J/K \cdot 0{,}05\,m}{0{,}02\,\frac{W}{m \cdot K} \cdot 0{,}72\,m^2} = 69444\ s$
$= 19{,}3\,h \approx 19\,h$

Max Musterlöser

Lösungsblatt – Kreuzen Sie die Antwort an, die Sie für richtig halten. Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit erlaubt. **ID: 330**

Aufgabe Nr	A	B	C	D	E
1	X				
2	X				
3			X		
4					X
5					X
6				X	
7			X		
8		X			
9		X			
10		X			
11	X				
12	X				
13		X			
14					X
15				X	
16					X
17	X				
18				X	
19	X				
20					X
21			X		
22				X	
23		X			
24		X			
25			X		
26	X				
27	X				
28					X
29		X			
30				X	
31					X
32			X		
33				X	
34	X				
35				X	