

1. Eine 60 kg schwere Person steigt 4 Etagen á 2,50 m hoch. Welche Hubarbeit muss sie dazu verrichten?

- (A) 600 Newton
- (B) 600 Joule
- (C) 6000 Joule
- (D) 6000 Watt
- (E) 6000 Newton

$$N = v \cdot g \cdot \Delta h / s$$

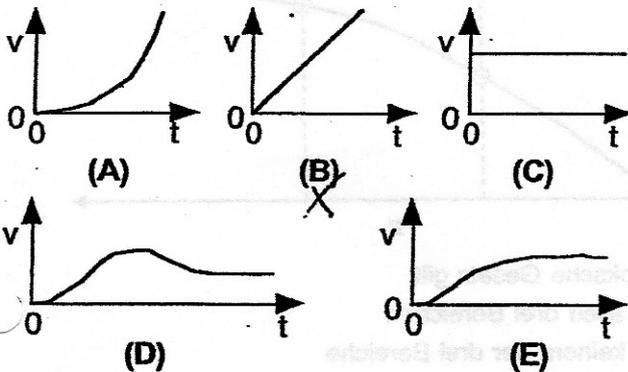
$$W = m \cdot g \cdot h$$

2. Welche der folgenden Einheiten ist keine SI Einheit?

- (A) Sekunde
- (B) Newton
- (C) Pascal
- (D) Celsius
- (E) Joule

3. Welches der Diagramme gibt das Geschwindigkeits-Zeit Gesetz für den freien Fall mit Reibung wieder?

(Kugelfallrohrviskosimeter)



4. Ein Ball wird waagrecht von einem Turm geworfen. Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

(Reibung ist vernachlässigbar klein)

- (A) Der Ball bewegt sich auf einer parabelförmigen Bahn.
- (B) Die Beschleunigung ist konstant.
- (C) Die horizontale Komponente der Geschwindigkeit ist konstant.
- (D) Die vertikale Komponente der Geschwindigkeit ist konstant.
- (E) Die Gesamtenergie ist konstant.

5. Wie groß ist unter Normalbedingungen der Stickstoffpartialdruck in der Umgebungsluft?

- (A) $2 \cdot 10^3$ Pa
- (B) $8 \cdot 10^3$ Pa
- (C) $2 \cdot 10^4$ Pa
- (D) $8 \cdot 10^4$ Pa
- (E) $2 \cdot 10^5$ Pa

6. Das Volumen V einer Kugel errechnet sich aus dem Radius r über: $V = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$

Aus einem relativen Fehler $\Delta r/r = 3\%$ resultiert für das Kugelvolumen ein relativer Fehler $\Delta V/V$ von

- (A) 3 %
- (B) 4 %
- (C) $4 \cdot \pi$ %
- (D) 6 %
- (E) 9 %

$$\frac{\Delta V}{V} = 3 \cdot \frac{\Delta r}{r} = 3 \cdot 3\% = 9\%$$

7. Bei einem horizontal schwingenden ungedämpften Federpendel gelten für die potentielle Energie der Elastizität und die kinetische Energie der Bewegung :

- (1) In jedem Punkt der Schwingung ist die Summe aus kinetischer und potentieller Energie konstant.
- (2) Im Umkehrpunkt der Schwingung ist die kinetische Energie minimal.
- (3) Beim Durchgang durch die Ruhelage ist die potentielle Energie der Schwingung gleich Null.

- (A) nur 1 ist richtig
- (B) nur 2 ist richtig
- (C) nur 1 und 2 sind richtig
- (D) nur 1 und 3 sind richtig
- (E) alle 3 sind richtig

8. Ein Körper bewegt sich und erfährt dabei eine geschwindigkeitsproportionale Reibungskraft $F_r = k \cdot v$.

Welche SI-Einheit hat die Konstante k ?

- (A) kg m^{-1}
- (B) kg s^{-1}
- (C) kg m s^{-1}
- (D) kg m s^{-2}
- (E) kg s m^{-1}

$$F = N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_r = k \cdot v = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

9. Welche Aussage trifft nicht zu?

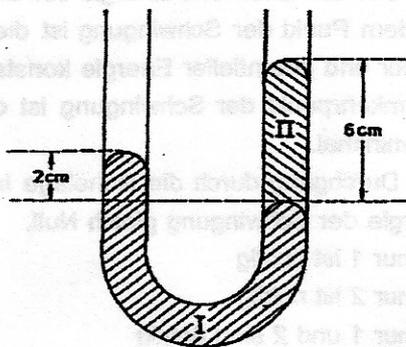
Eine Eisenkugel (Dichte $7,5 \text{ g/cm}^3$) wird unter Wasser losgelassen und sinkt nach unten.

- (A) Der Auftrieb ändert sich, wenn anstelle der Eisen-Kugel eine Holzkugel mit gleichem Durchmesser verwendet wird.
- (B) Der Auftrieb der Kugel im Wasser ist proportional zum Kugelvolumen.
- (C) Der Auftrieb der Kugel im Wasser ist proportional zur ihrer Dichte.
- (D) Der Auftrieb der Kugel im Wasser hängt von der Masse der von der Kugel verdrängten Flüssigkeit ab.
- (E) Die Kugel kann bei hinreichend großer Fallstrecke konstante Sinkgeschwindigkeit erreichen.

10. In einem senkrecht stehendem U-Rohr befinden sich zwei Flüssigkeiten I und II. Die Dichte der Flüssigkeit I ist 9 g/cm^3 .

Die Dichte der Flüssigkeit II beträgt:

- (A) 3 g/cm^3
- (B) 4 g/cm^3
- (C) $4,5 \text{ g/cm}^3$
- (D) 6 g/cm^3
- (E) 18 g/cm^3



11. Die Schallgeschwindigkeit c in Gewebe ist $1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Schallwellen mit einer Frequenz f von 1500 kHz haben in Wasser eine Wellenlänge von etwa:

- (A) 10^{-3} m
- (B) $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- (C) $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- (D) 10^{-2} m
- (E) $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$$c = 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{1500}{1500 \cdot 10^3} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\frac{f_1}{\lambda_1} = \frac{f_2}{\lambda_2}$$

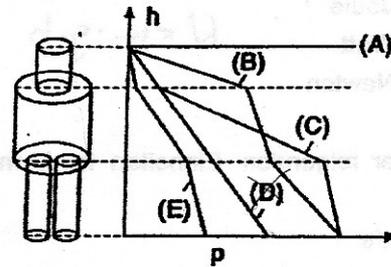
$$\frac{2}{\lambda} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{6}{2} = \frac{1}{9} \cdot x$$

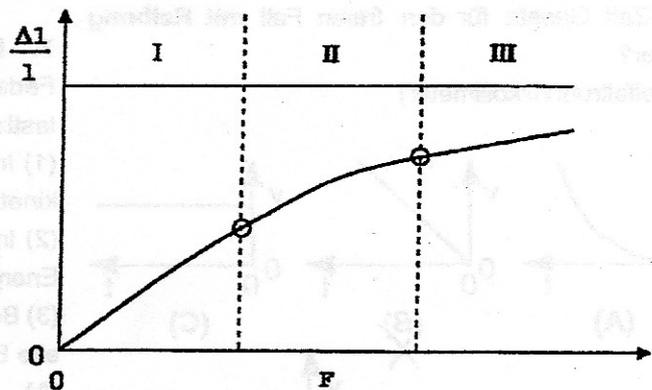
$$\sqrt{3} \cdot \frac{2}{9} = \frac{x}{6}$$

$$\frac{2}{6} = \frac{x}{9}$$

12. Ein senkrecht stehendes körperähnliches Gefäß (siehe Skizze) aus zusammengesetzten Röhren ist mit Wasser gefüllt. Welche der Kurven (A)-(E) stellt die Abhängigkeit des Druckes p von der Höhe h im Wasser am besten dar?



13. Bei der Dehnung einer menschlichen Sehne habe die relative Längenänderung $\frac{\Delta l}{l}$ in Abhängigkeit von der Kraft F den im nachfolgenden Diagramm dargestellten Verlauf:



Das Hooksche Gesetz gilt

- (A) in allen drei Bereichen
- (B) in keinem der drei Bereiche
- (C) im Bereich I
- (D) im Bereich II
- (E) in den Bereichen I und II

14. Ein kugelförmiger Luftballon wird unter Wasser auf den doppelten Durchmesser aufgeblasen.

Die auf ihn wirkende Auftriebskraft

- (A) ändert sich dadurch nicht
- (B) steigt auf das Doppelte
- (C) steigt auf das Vierfache
- (D) steigt auf das Achtfache
- (E) sinkt auf die Hälfte

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$2 \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{2r}{2}\right)^3 = 2 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$$

29. Ein Gefäß (Volumen $V = 30$ l) ist mit Argon gefüllt. In einem zylindrischen Gefäß steigt der Flüssigkeitsspiegel h entsprechend der nachstehenden Skizze mit der Zeit an.

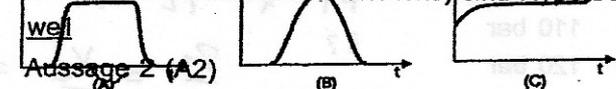
- (A) $1/273$ der Gasmenge
- (B) $1/300$ der Gasmenge
- (C) $1/100$ der Gasmenge
- (D) $1/10$ des molaren Volumens
- (E) $3/22,4$ Liter

Welchen zeitlichen Verlauf (A) - (E) hat die Volumenstromstärke $\frac{dV}{dt}$?

30. Betrachten sie ein ideales Gas:

Aussage 1 (A1)

Die Isothermen im p-V Diagramm (Auftragung des Drucks als Funktion des Volumens) sind Hyperbeln



Aussage 2 (A2)

Druck und Volumen direkt proportional zur Stoffmenge sind.

- (A) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung richtig
- (B) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung falsch
- (C) A1 richtig, A2 falsch
- (D) A1 falsch, A2 richtig
- (E) A1 falsch, A2 falsch

16. Eine Flüssigkeit ströme unter Gültigkeit des Hagen-Poiseuille-Gesetzes durch eine Kapillare.

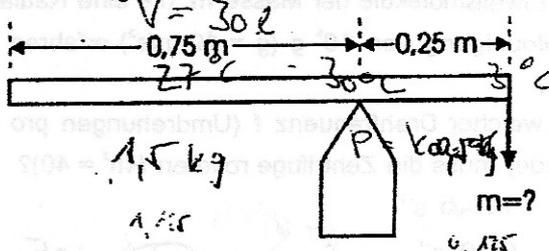
Die Stromstärke wird doppelt so groß, wenn man

- (A) eine Kapillare von doppelter Länge benutzt.
- (B) eine Kapillare mit dem doppelten Durchmesser benutzt.
- (C) eine Kapillare mit der vierfachen Querschnittsfläche benutzt.
- (D) eine Flüssigkeit mit der doppelten dynamischen Viskosität (Zähigkeit) nimmt.
- (E) die Druckdifferenz zwischen den Enden der Kapillare verdoppelt.

17. Wie groß ist die Wärme ΔQ , die beim Abbremsen eines Körpers der Masse $m = 2$ kg durch Reibung von $v_1 = 12$ km/s auf 10 km/s entsteht?

- (A) $\Delta Q = \frac{1}{2} m \cdot (v_1 - v_2)^2 = 2 \cdot 10^3$ J
- (B) $\Delta Q = \frac{1}{2} m \cdot (v_1 - v_2)^2 = 4 \cdot 10^6$ J
- (C) $\Delta Q = \frac{1}{2} m \cdot (v_1^2 - v_2^2) = 4,4$ kJ $44 \text{ kg} \cdot \frac{\text{km}^2}{\text{s}^2}$
- (D) $\Delta Q = \frac{1}{2} m \cdot (v_1^2 - v_2^2) = 44 \cdot 10^3$ J
- (E) $\Delta Q = \frac{1}{2} m \cdot (v_1^2 - v_2^2) = 44 \cdot 10^6$ J

18. Eine 1 m lange und 2 kg schwere homogene Stange wird in der gezeichneten Weise unterstützt.



Welche Masse m ist rechts erforderlich, um Gleichgewicht herzustellen?

- (A) 0,25 kg
- (B) 0,5 kg
- (C) 1,0 kg
- (D) 1,5 kg
- (E) 2,0 kg

Handwritten calculation: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
 $15 \cdot 0,75 = F_2 \cdot 0,25$
 $\frac{3}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow 3 \cdot 3 = 9$

19. In einer Wassertiefe von 4 m herrscht ein hydrostatische Druck von

- (A) 0,04 bar.
- (B) 0,25 bar.
- (C) 0,40 bar.
- (D) 4 bar.
- (E) $4 \cdot 10^4$ Pa

Handwritten calculation: $p = \sigma \cdot g \cdot h$
 $\sigma = 1000 \text{ kg/m}^3, g = 10 \text{ m/s}^2$
 $p_{4m} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m}$
 $40.000 \text{ N/m}^2 = 4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

20. Bei den folgenden Messwerten sei die Genauigkeit durch die Anzahl der signifikanten Stellen gegeben und die letzte Ziffer sei jeweils aufgrund einer durchgeführten Fehlerbetrachtung auf ± 1 genau.

- Welcher Messwert hat die größte relative Genauigkeit?
- (A) $5,30 \cdot 10^{-3}$ $\frac{0,05}{30} = 0,00166$
 - (B) $0,76 \cdot 10^5$ $\frac{76}{760000} = 0,0001$
 - (C) $3,52 \cdot 10^{-2}$ $\frac{1,352}{352} = 0,00384$
 - (D) $3,52 \cdot 10^2$ $= 352$
 - (E) 0,030 $= 0,030$

21. In einem Dewargefäß (Thermoskanne) befinden sich 90 g Eis und 90 g Wasser. Wie lange muss man mit einer Leistung von 100 W heizen, bis alles Eis geschmolzen ist?

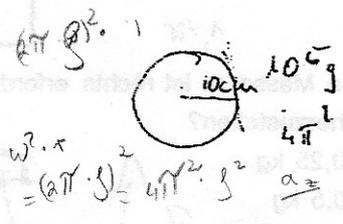
- (Schmelzwärme: 333 J/g)
- (A) 10 Sekunden
 - (B) 3 Minuten
 - (C) 5 Minuten
 - (D) 30 Minuten
 - (E) 1 Stunde

Handwritten calculation: $W = P \cdot t$
 $t = \frac{W}{P}$
 $t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L_f}{P}$
 $t = \frac{0,09 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg} \cdot 10 \text{ K} + 0,09 \text{ kg} \cdot 333 \text{ J/g}}{100 \text{ W}}$
 $t = \frac{3780 \text{ J} + 2997 \text{ J}}{100 \text{ W}} = \frac{6777 \text{ J}}{100 \text{ W}} = 67,77 \text{ s} \approx 1,13 \text{ min}$

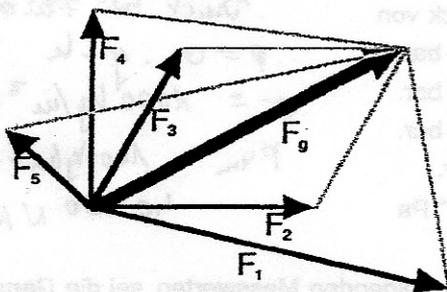
22. In einem Zentrifugenröhrchen befinden sich im Abstand $r = 10 \text{ cm}$ von der Drehachse der Zentrifuge Eiweißmoleküle der Masse m , die eine Radialbeschleunigung von 10^6 g ($g = 10 \text{ m/s}^2$) erfahren sollen?

Mit welcher Drehfrequenz f (Umdrehungen pro Sekunde) muss die Zentrifuge rotieren ($4\pi^2 \approx 40$)?

- (A) $10 \cdot \sqrt{5} \text{ s}^{-1}$
- (B) $5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$
- (C) $2 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$
- (D) $5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$
- (E) $2,5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$



23. Gegeben sei die Kraft F_g . Welches Kräftepaar stellt eine Zerlegung dieser Kraft in zwei Komponenten dar?



- (A) $F_1 + F_4$
- (B) $F_2 + F_3$
- (C) $F_3 - F_4$
- (D) $F_4 + F_2$
- (E) $F_5 - F_1$

24. Welche Aussage ist falsch?

Der Dampfdruck einer Flüssigkeit

- (A) hängt von der Temperatur ab.
- (B) hängt von der Größe der unbedeckten Oberfläche ab.
- (C) ist unabhängig von der Menge der Flüssigkeit.
- (D) bestimmt die Sättigungsdampfdruckdichte.
- (E) bestimmt den Siedepunkt der Flüssigkeit.

25. Bei welcher Temperatur beträgt der Dampfdruck von Wasser $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$?

- (A) 273 K
- (B) 298 K
- (C) 373 K
- (D) $-273 \text{ }^\circ\text{C}$
- (E) $4 \text{ }^\circ\text{C}$

26. Die Temperatur einer Druckflasche mit Sauerstoff (Molmasse 32) steigt von $27 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $87 \text{ }^\circ\text{C}$. Bei $27 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt der Druck in der Flasche 100 bar. Auf welchen Wert steigt der Druck in der Flasche unter der Annahme, dass sich Sauerstoff wie ein ideales Gas verhält?

- (A) 100 bar
- (B) 110 bar
- (C) 120 bar
- (D) 220 bar
- (E) 300 bar

Handwritten notes for question 26:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = 1,02$$

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

27. Welche Abhängigkeit besteht zwischen dem Druck p eines in einem bestimmten Volumen eingeschlossenen idealen Gases und der mittleren kinetischen Energie \bar{E}_k seiner Moleküle?

- (A) $p \sim E_k^{-1}$
- (B) $p \sim E_k^{-1/2}$
- (C) $p \sim \sqrt{E_k}$
- (D) $p \sim E_k$
- (E) $p \sim E_k^2$

Handwritten note: $p \sim \bar{E}_k$

28. Ein Fahrzeug mit Verdächtigen wird von der Polizei verfolgt. Beide Fahrzeuge fahren mit gleicher Geschwindigkeit.

Welche Aussage über das Martinshorn der Polizei ist richtig?

- (A) Die Verdächtigen hören tiefere Töne.
- (B) Die Verdächtigen hören die unveränderten Töne.
- (C) Die Verdächtigen hören höheren Töne.
- (D) Die Verdächtigen können wegen des Mach'schen Kegels keinen der Töne hören.
- (E) Die Verdächtigen hören den tieferen Ton tiefer und den höheren Ton höher.