Prüfungsvorbereitung Physik: Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad, Flaschenzüge

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in maximal ein bis zwei Sätzen erklären können.

a) Vektor/Skalar
b) Nenne Beispiele für skalare Grössen
c) Nenne Beispiele für vektorielle Grössen
d) Masse: - Welche Eigenschaften hat eine Masse?
   - Was bedeutet jede dieser Eigenschaften?
e) Wechselwirkungsprinzip
f) Kräftegleichgewicht
g) Normalkraft
h) In welche Richtung wirken Reibungskräfte?
i) Unter welcher Bedingung ist die Fallgeschwindigkeit eines fallenden Körpers konstant?
j) Genaue Definition der Arbeit
k) Nenne vier Formen von mechanischer Arbeit und erkläre sie kurz
l) Leistung
m) Energie
n) Nenne drei Formen von mechanischer Energie
o) Welche Energieformen sind potentielle Energieformen?
p) Formuliere den Energieerhaltungssatz
q) Wirkungsgrad
r) Flaschenzug
s) Wozu verwendet man Flaschenzüge?

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen musst du kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg, Verlängerung			Beschleunigung		
Zeit			Fallbeschleunigung		
Geschwindigkeit			Kraft		
Masse			Gewichtskraft		
Volumen			Dichte		
Normalkraft			Federkonstante		
Widerstandsbeiwert			Reibungszahl		
Arbeit			Energie		
Leistung			Wirkungsgrad		
potentielle Energie			kinetische Energie		

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten musst du beherrschen:

- Die Welt aus verschiedenen Bezugssystemen betrachten
- Formeln umformen und nach der gesuchten Grösse auflösen
- Zahlenwerte mit Einheiten in Formeln einsetzen und richtig ausrechnen
- Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden und in der wissenschaftlichen Schreibweise mit einer Zehnerpotenz notieren
- Geschwindigkeiten von $\frac{m}{s}$ in $\frac{km}{h}$ umrechnen und umgekehrt
- Federkonstanten von $\frac{N}{m}$ in $\frac{N}{cm}$ in umrechnen und umgekehrt
- Verschiedene Einheiten für Volumina ineinander umrechnen
- Diagramme ablesen und zeichnen
- Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- Vektoren zeichnerisch (in der Pfeildarstellung) zusammensetzen und zerlegen
- Eine Wurfbewegung in Teilbewegungen zerlegen und aus Teilbewegungen zusammensetzen
- Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen
- Bei Flaschenzügen die richtige Anzahl tragender Seilstücke ermitteln

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf ga.perihel.ch anschauen und herunterladen.

Übungsaufgaben:

Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein.
Bei Berechnungen werden für die volle Punktzahl eine algebraische Lösung (das heisst die Formel, umgeformt nach der gesuchten Grösse) und die vollständig eingesetzte Rechnung (das heisst Zahlenwerte mit Einheiten) verlangt.
Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

Alle Arbeits- und Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A24 bis A28

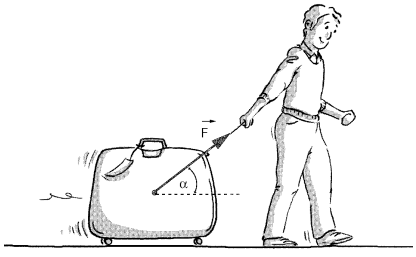
Weitere Aufgaben

1. Bei welchen dieser Energieformen handelt es sich um mechanische Energieformen?
   Bewegungsenergie, Strahlungsenergie, innere Energie, Lageenergie, elektrische Energie, kinetische Energie, chemische Energie, Spannenergie, Kernenergie, potentielle Energie

2. Vervollständige die folgenden Sätze:
a) «Wenn an einem Körper .....-arbeit verrichtet wird, wird er wärmer.»
b) «Wenn die ..... Energie eines Körpers zunimmt, wird er wärmer.»

3. Ein Pferd (P = 0.51400 kW) zieht während 0.09727600 min einen Wagen. Die verrichtete Arbeit soll berechnet werden.
a) Markiere bei den benötigten Angaben die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen die Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
b) Rechne aus, wie gross die Arbeit ist, die das Pferd verrichtet.
c) Runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern und notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.

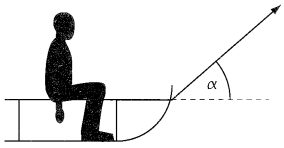
4. Fritzli zieht einen Koffer hinter sich her (siehe Abb.). Die Zugkraft beträgt 30.0 N und der Winkel zwischen Boden und Zugkraft beträgt α = 35 °. Er zieht den Koffer 252 m weit; dazu braucht er 4.2 min.
a) Wie gross ist die Arbeit, die Fritzli am Koffer verrichtet?
b) Wie gross ist die Leistung von Fritzli?



5. Wie lange braucht ein Pferd (P = '0.500 kW), um einen Wagen (m = 294 kg) mit konstanter Geschwindigkeit über eine waagrechte Strasse (μ = 0.060) 202 m weit zu ziehen?

6. Eine Schnecke (m = 20.0 g) kriecht mit konstanter Geschwindigkeit (v = 2.00 $\frac{mm}{s}$) über einen 10.0 m langen Glastisch. Dabei verrichtet sie 0.10 J Arbeit.
a) Wie lange braucht sie?
b) Wie gross ist ihre Leistung?
c) Wie gross ist die Gleitreibungszahl Schnecke-Glas?

7. Fritzli zieht einen Schlitten (m = 67.2 kg, mit Stahlkufen) mit konstanter Geschwindigkeit 53.4 m weit über eine waagrechte Eisfläche. Die Zugkraft beträgt 5.2 N, der Winkel zwischen Boden und Zugkraft ist α = 41 ° (siehe Abb).
Wie gross ist die Arbeit, die Fritzli am Schlitten verrichtet?



8. Eine entspannte Feder (D = 12.0 $\frac{N}{cm}$) wird auseinandergezogen. Dabei verrichtet man die Arbeit 3.84 J.
a) Um welche Strecke wurde die Feder verlängert?
b) Wie gross ist die Arbeit, die man verrichten muss, wenn man die Feder, die bereits um 3.70 cm gedehnt wurde, zusätzlich um 5.60 cm verlängern möchte?

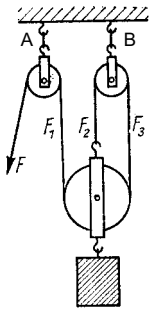
9. Ein Auto (m = 1'140 kg) fährt mit 80.0 $\frac{km}{h}$. Es kommt auf die Autobahn und beschleunigt auf 120.0 $\frac{km}{h}$.

   Wie gross ist die Arbeit, die der Automotor verrichten muss, um das Auto von 80.0 $\frac{km}{h}$ auf 120.0 $\frac{km}{h}$ zu beschleunigen?

10. Auf einer Baustelle zieht ein Kran eine 438 kg schwere Last 17.0 m hoch. Der Elektromotor hat einen Wirkungsgrad von 75%.
    Wie viel elektrische Energie braucht es, um die Last zu heben?

11. Die Feder eines kleinen Wurfapparats hat die Federkonstante 300.0 $\frac{N}{m}$. Zum Spannen wird sie um 3.00 cm zusammengedrückt. Damit wird eine Stahlkugel der Masse 5.00 g abgeworfen. Berechne die Abschussgeschwindigkeit der Kugel, wenn sie
a) horizontal
b) vertikal nach oben abgeworfen wird.

12. Mit diesem Flaschenzug wird eine Kiste der Masse m = 97.00 kg hochgezogen. Die Rollen haben je eine Masse von 550 g.
a) Wie gross ist die Zugkraft F?
b) Wie gross sind die Kräfte F_1, F_2, und F_3 in den einzelnen Seilstücken?
c) Wie gross ist die Kraft, die die Aufhängungen in A und in B zu tragen haben?
d) Wie gross ist die Seillänge, die man bei der Kraft F durchziehen muss, um die Kiste um 12.0 m zu heben?



13. Ein Gummiball (m = 340 g) wird aus 3.32 m Höhe mit der Geschwindigkeit 4.80 $\frac{m}{s}$ auf den Boden geworfen. Bei jedem Aufprall gehen 20% der mechanischen Energie verloren.
a) Wie hoch springt der Ball nach dem ersten Aufprall zurück?
b) Wie oft ist der Ball insgesamt auf und abgehüpft, wenn er nur noch auf eine maximale Höhe von 1.50 m oder weniger zurückspringt?

14. Der Wirkungsgrad eines Wasserkraftwerkes beträgt 92 %. Wenn man ihn um 2 % verbessert, so steigt die Nutzleistung um 3.50 MW.
Wie gross ist die (ursprüngliche) Nutzleistung?

15. Ein Springbrunnen sendet einen Wasserstrahl 30.0 m hoch.
a) Mit welcher Geschwindigkeit schiesst das Wasser aus der Düse?
b) Welche Geschwindigkeit hat das Wasser in 15.0 m und in 10.0 m Höhe?

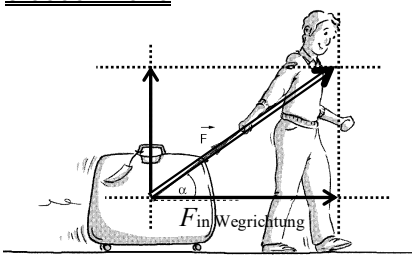
16. *schwierig* Eine Velofahrerin mit einer Querschnittsfläche von 0.50 m^2 und einer Gesamtmasse von 83 kg fährt auf einer waagrechten Strasse mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus. Ihre Leistung beträgt 145.8 W. Die Rollreibung wird vernachlässigt.
Wie gross ist ihre Geschwindigkeit?

17. *schwierig* Ein Artist (m = 60.0 kg) springt aus 4.50 m Höhe auf ein Trampolin. In jeder Hand hält er einen Sandsack (je 20.0 kg). Wenn das Trampolin seinen tiefsten Punkt erreicht, wirft er die Säcke zur Seite.
a) Mit welcher Geschwindigkeit trifft der Artist auf das Trampolin?
b) Mit welcher Geschwindigkeit verlässt er das Trampolin?
c) Wie hoch wird der Artist geschleudert?

18. *schwierig* Ein Gummiball wird mit der Geschwindigkeit v_0 aus der Höhe h_0 senkrecht nach unten geworfen. Nach dem Aufprall soll der Ball auf die dreifache Höhe hinaufsteigen.
a) Wie gross muss v_0 sein, wenn man von Reibungsverlusten absieht?
b) Wie gross muss v_0 sein, wenn beim Aufprall am Boden 25 % der Energie in innere Energie umgewandelt wird?
Hinweis: Gesucht ist ein mathematischer Ausdruck, mit dem man v_0 aus den anderen Angaben ausrechnen kann.

Lösungen:

1. Bewegungsenergie, Lageenergie, kinetische Energie, Spannenergie, potentielle Energie
2. a) Wenn an einem Körper **Reibungsarbeit** verrichtet wird, wird er wärmer.
   b) Wenn die **innere Energie** eines Körpers zunimmt, wird er wärmer.
3. a) P = 0.5̇1̇4̇0̇0̇ kW: 5 signifikante Ziffern, t = 0.0ṡ7̇2̇7̇6̇0̇0̇: 7 signifikante Ziffern, Resultat: 5 Ziffern
   b) $W = P \cdot t$ = 514.00 W · 0.09727600 · 60 s =2'999.991840 J = 3'000.0 J
   c) $3.0000 \cdot 10^3$ J
4. a)



10.0 N entspricht 1.0 cm

$F_{\text{in Wegrichtung}} = F \cdot \cos \alpha$
= 30.0 N · cos (35 °) = 24.6 N

(entspricht ca. 2.5 cm)

$W = F \cdot s$ = 24.5 N · 252 m = 6199.2 J

b) $P = \frac{W}{t} = \frac{6199.2 \text{ J}}{252 \text{ s}} =$ 24.6 W

5. $W_{\text{Reibung}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot s$ = 0.060 · 294 kg · 9.81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ · 202 m = 35 kJ

$t = \frac{W}{P} = \frac{35'000 \text{ J}}{500 \text{ W}} =$ 70 s = 1 min 10 s

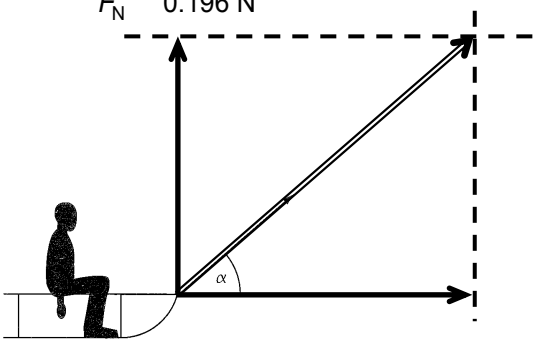
6. a) $t = \frac{s}{v} = \frac{10'000\ \text{mm}}{2.00\ \frac{\text{mm}}{\text{s}}} = 5'000\ \text{s} = \underline{\underline{1\ \text{h}\ 23\ \text{min}\ 20\ \text{s}}}$

b) $P = \frac{W}{t} = \frac{0.10\ \text{J}}{5'000\ \text{s}} = \underline{\underline{2.0 \cdot 10^{-5}\ \text{W}}}$

c) $F_R = \frac{W}{s} = \frac{0.10\ \text{J}}{10.0\ \text{m}} = 0.010\ \text{N}$ $\qquad F_N = F_G = m \cdot g = 0.020\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.196\ \text{N}$

$\mu = \frac{F_R}{F_N} = \frac{0.010\ \text{N}}{0.196\ \text{N}} = \underline{\underline{0.051}}$

7.



$F_\perp = \sin \alpha \cdot F_{Zug}$
$= \sin(41\ °) \cdot 5.2\ \text{N} = 3.4\ \text{N}$

$F_\parallel = \cos \alpha \cdot F_{Zug}$
$= \cos(41\ °) \cdot 5.2\ \text{N} = 3.9\ \text{N}$

$W = F_\parallel \cdot s = 3.9\ \text{N} \cdot 53.4\ \text{m} = \underline{208\ \text{J}}$

8. a) $s = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{Spann}}{D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.84\ \text{J}}{1'200\ \frac{\text{N}}{\text{m}}}} = \underline{\underline{0.0800\ \text{m}}} = \underline{\underline{8.00\ \text{cm}}}$

b) Zuerst berechnet man die Arbeit, die es braucht, um die Feder um die gesamte Strecke (3.70 cm + 5.60 cm = 9.30 cm) zu spannen. Davon zieht man die Arbeit ab, die es braucht, um die Feder um 3.70 cm zu spannen.

$W_{Spann}(9.30\ \text{cm}) = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 = \frac{1}{2} \cdot 1'200\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0.0930\ \text{m})^2 = 5.19\ \text{J}$

$W_{Spann}(3.70\ \text{cm}) = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 = \frac{1}{2} \cdot 1'200\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0.0370\ \text{m})^2 = 0.82\ \text{J}$

$W = W_{Spann}(9.30\ \text{cm}) - W_{Spann}(3.70\ \text{cm}) = 5.19\ \text{J} - 0.82\ \text{J} = \underline{4.37\ \text{J}}$

9. Von der Arbeit, die es braucht, um das Auto von 0 auf 120.0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ zu beschleunigen, zieht man die Arbeit ab, die es braucht, um das Auto von 0 auf 80.0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ zu beschleunigen:

$W = W_{Beschleunigung}(120\ \frac{\text{km}}{\text{h}}) - W_{Beschleunigung}(80\ \frac{\text{km}}{\text{h}}) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2)$

$= \frac{1}{2} \cdot 1'140\ \text{kg} \cdot \left(\left(33.3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \left(22.2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \right) = \underline{\underline{351.8\ \text{kJ}}}$

10. Hier ist die aufgenommene Energie die elektrische Energie und die Nutzenergie die Lageenergie der Last:

$E_{Lage} = m \cdot g \cdot h = 438\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 17.0\ \text{m} = 73'045\ \text{J} = 73.0\ \text{kJ}$

$E_{auf} = \frac{E_{nutz}}{\eta} = \frac{73.0\ \text{kJ}}{0.75} = \underline{\underline{97.4\ \text{kJ}}}$

11. a) $E_{Spann} = E_{kin} \quad \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad v = \sqrt{\frac{D \cdot s^2}{m}} = \sqrt{\frac{300.0\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0.0300\ \text{m})^2}{5.00 \cdot 10^{-3}\ \text{kg}}} = \underline{\underline{7.35\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

b) Die Abschussrichtung hat keinen Einfluss auf die Abschussgeschwindigkeit

12. a) $F_G = m \cdot g = 97.55\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 957\ \text{N}$ $\qquad$ drei tragende Seile $\Rightarrow \quad \frac{957\ \text{N}}{3} = \underline{\underline{319\ \text{N}}}$

b) je 319 N (es ist das gleiche Seil)

c) An jeder Aufhängung ziehen zwei Seile nach unten sowie FG von einer Rolle:
$F = 2 \cdot 319\ \text{N} + 5.4\ \text{N} = 643\ \text{N}$

d) Man zieht mit einem drittel der Kraft $\Rightarrow$ der Weg wird dreimal so lang:
$s = 3 \cdot 12.0\ \text{m} = \underline{36.0\ \text{m}}$

13. a) $E_{Anfang} = E_{Lage} + E_{kin} = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

$= 0.340\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3.32\ \text{m} + \frac{1}{2} \cdot 0.340\ \text{kg} \cdot (4.80\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 15.0\ \text{J}$

80 % davon sind $0.80 \cdot 15.0\ \text{J} = 12.0\ \text{J}$

mit dieser Energie springt der Ball auf die Höhe $h = \frac{E}{m \cdot g} = \frac{12.0\ \text{J}}{0.340\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{3.60\ \text{m}}$

b) Der Ball erreicht nach jedem Aufprall 80 % der Höhe des letzten Aufpralls:
1. Aufprall: 3.60 m
2. Aufprall: $0.80 \cdot 3.60\ \text{m} = 2.88\ \text{m}$
3. Aufprall: $0.80 \cdot 2.88\ \text{m} = 2.30\ \text{m}$
4. Aufprall: $0.80 \cdot 2.88\ \text{m} = 1.84\ \text{m}$
5. Aufprall: $0.80 \cdot 1.84\ \text{m} = 1.47\ \text{m}$ $\Rightarrow$ <u>5 mal</u>

14. $P_{nutz} = P_{auf} \cdot 0.92 \quad P_{auf} = \frac{P_{nutz}}{0.92}$

$P_{nutz} + 3.50\ \text{MW} = P_{auf} \cdot 0.94 = \frac{P_{nutz}}{0.92} \cdot 0.94 = P_{nutz} \cdot \frac{0.94}{0.92}$

$3.50\ \text{MW} = P_{nutz} \cdot \left(\frac{0.94}{0.92} - 1\right) \qquad P_{nutz} = \frac{3.5\ \text{MW}}{\frac{0.94}{0.92} - 1} = \underline{\underline{161\ \text{MW}}}$

15. a) $E_{Lage} = E_{kin} \qquad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2$

$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 30.0\ \text{m}} = \underline{\underline{24.3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

b) in 15.0 m Höhe liegt ein Teil der Energie als Lageenergie und ein Teil der Energie kinetische Energie vor:

$E_{gesamt} = E_{kin(0m)} = E_{Lage(30m)} = E_{Lage(15m)} + E_{kin(15m)} \quad \Rightarrow \quad E_{kin(15m)} = E_{Lage(30m)} - E_{Lage(15m)}$

$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{(15m)}^2 = m \cdot g \cdot h_{(30m)} - m \cdot g \cdot h_{(15m)} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} \cdot v_{(15m)}^2 = g \cdot h_{(30m)} - g \cdot h_{(15m)} = g \cdot (h_{(30m)} - h_{(15m)})$

$v_{(15m)} = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_{(30m)} - h_{(15m)})} = \sqrt{2 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (30.0\ \text{m} - 15.0\ \text{m})} = \underline{\underline{17.2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

analog in 10.0 m Höhe:

$v_{(10m)} = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_{(30m)} - h_{(10m)})} = \sqrt{2 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (30.0\ \text{m} - 10.0\ \text{m})} = \underline{\underline{19.8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

16. $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v = F_L \cdot v \qquad P = F_L \cdot v = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{Luft} \cdot v^3 \cdot A$

$v = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot P}{c_W \cdot \rho_{Luft} \cdot A}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 145.8\ \text{W}}{1 \cdot 1.29\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.50\ \text{m}^2}} = \underline{\underline{7.67\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = \underline{\underline{27.6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$

17. a) $E_{Lage} = E_{kin} \qquad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2$

$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4.50\ \text{m}} = \underline{\underline{9.40\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

b) Vorhandene Energie: $E_{Lage} = m \cdot g \cdot h = 100.0\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4.50\ \text{m} = 4'415\ \text{J}$

Wird umgewandelt in kinetische Energie, jetzt aber mit weniger Masse:

$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4'415\ \text{J}}{60\ \text{kg}}} = \underline{\underline{12.1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

c) Wird umgewandelt in Lageenergie: $h = \frac{E}{m \cdot g} = \frac{4'415\ \text{J}}{60\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{7.50\ \text{m}}}$

18. a) $E_{gesamt} = m \cdot g \cdot h_0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = 3 \cdot m \cdot g \cdot h_0 \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{v_0 = \sqrt{4 \cdot g \cdot h_0}}}$

b) $E_{gesamt} = 0.75 \cdot (m \cdot g \cdot h_0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2) = 3 \cdot m \cdot g \cdot h_0 \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{v_0 = \sqrt{6 \cdot g \cdot h_0}}}$