Klausur Physik 11: Gravitation und Leistung

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

kostenlos, mit Lösungen

Name: _____ Datum: _____

Klausur: 90 Minuten, 40 Punkte. Hilfsmittel: Taschenrechner. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N · m²/kg², auf der Erde g = 10 N/kg. Schreib zu jeder Rechnung Ansatz, Einsetzen mit Einheiten und Ergebnis.

Fuchs und Hase

Der Planet „Fuchs“ hat eine Masse von $6 \cdot 10^{23}$ kg und einen Radius von 4000 km. Sein Mond „Hase“ (Masse $2 \cdot 10^{20}$ kg, Radius 300 km) umkreist ihn im Abstand von 100 000 km, gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt. Auf „Fuchs“ steht eine Rakete mit einer Masse von 3 t.

1 Gravitationsfeld (4 Punkte)

Zeichne Feldlinien mit Pfeilen. Dichte Feldlinien bedeuten ein starkes Feld.

a) Skizziere das Gravitationsfeld von „Fuchs“ einmal aus großer Entfernung und einmal nahe an seiner Oberfläche. Beschreibe den Unterschied. (4 P)

Aus großer Entfernung: Die Feldlinien laufen von allen Seiten geradlinig auf den Mittelpunkt zu (radiales Feld). Nach außen liegen sie immer weiter auseinander, das Feld wird schwächer.,Nahe der Oberfläche: Auf einem kleinen Stück laufen die Feldlinien fast parallel und gleich dicht senkrecht auf den Boden zu. Das Feld ist dort näherungsweise homogen, g ist überall gleich.

2 Grundwissen (4 Punkte)

a) Beide Massen verdoppeln sich, und der Abstand halbiert sich. Um welchen Faktor ändert sich die Gravitationskraft? (2 P)

$F = \frac{G \cdot m1 \cdot m2}{r^2}$. Beide Massen doppelt: Der Zähler wird $2 \cdot 2 = 4$-mal so groß.

Halber Abstand: r^2 wird ein Viertel so groß, durch ein Viertel teilen heißt mal 4.

Zusammen: $4 \cdot 4 = 16$. Die Gravitationskraft wird 16-mal so groß.

Klausur Physik 11: Gravitation und Leistung (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

b) In der ISS ist die Fallbeschleunigung noch etwa 8,7 m/s². Erkläre, warum die Astronauten trotzdem schweben. (2 P)

Die ISS und alles darin fallen gemeinsam frei um die Erde: Die Gravitation wirkt als Zentripetalkraft und hält sie auf der Kreisbahn.

Weil alles gleich stark beschleunigt wird, drückt nichts auf den Boden der Station. Die Astronauten spüren deshalb kein Gewicht.

3 Gravitation: „Fuchs“ und „Hase“ (16 Punkte)

$F = \frac{G \cdot m1 \cdot m2}{r^2}$; $g = \frac{G \cdot M}{R^2}$; $F_G = m \cdot g$; $F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$; $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$. Rechne Kilometer in Meter um.

a) Berechne die Gravitationskraft zwischen „Fuchs“ und „Hase“. (3 P)

$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$

$r = 100\,000\ km = 1 \cdot 10^8\ m$

$F = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2 \cdot 6 \cdot 10^{23}\ kg \cdot 2 \cdot 10^{20}\ kg}{(1 \cdot 10^8\ m)^2}$

$F \approx 8{,}0 \cdot 10^{17}\ N$

b) Berechne die Fallbeschleunigung an der Oberfläche von „Fuchs“ und die Gewichtskraft der Rakete dort. (3 P)

$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$

$R = 4000\ km = 4 \cdot 10^6\ m$

$g = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2 \cdot 6 \cdot 10^{23}\ kg}{(4 \cdot 10^6\ m)^2}$

$g \approx 2{,}5\ m/s^2$

$F_G = m \cdot g = 3000\ kg \cdot 2{,}5\ m/s^2 \approx 7500\ N$

Klausur Physik 11: Gravitation und Leistung (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

c) Berechne die Bahngeschwindigkeit und die Umlaufzeit (in Tagen) von „Hase“. (5 P)

Die Gravitation ist die Zentripetalkraft: $\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r}$

m kürzt sich, umgestellt: $v = \sqrt{\left(\frac{G \cdot M}{r}\right)}$

$v = \sqrt{\left(\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2 \cdot 6 \cdot 10^{23}\ kg}{1 \cdot 10^{8}\ m}\right)} \approx 633\ m/s$

$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{8}\ m}{633\ m/s} \approx 9{,}93 \cdot 10^{5}\ s$

In Tagen: $\frac{9{,}93 \cdot 10^{5}\ s}{86\,400\ s} \approx 11{,}5\ Tage$

d) Die Rakete umkreist „Hase“ in 200 km Höhe über seiner Oberfläche. Berechne die Gravitationskraft zwischen Rakete und „Hase“. (3 P)

Abstand vom Mittelpunkt: $r = 300\ km + 200\ km = 500\ km = 5 \cdot 10^{5}\ m$

$F = \frac{G \cdot m_Hase \cdot m_Rakete}{r^2}$

$F = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2 \cdot 2 \cdot 10^{20}\ kg \cdot 3000\ kg}{(5 \cdot 10^{5}\ m)^2}$

$F \approx 160\ N$

e) Berechne die Fallbeschleunigung an der Oberfläche von „Hase“. (2 P)

$g = \frac{G \cdot m_Hase}{R^2}$

$R = 300\ km = 3 \cdot 10^{5}\ m$

$g = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2 \cdot 2 \cdot 10^{20}\ kg}{(3 \cdot 10^{5}\ m)^2}$

$g \approx 0{,}15\ m/s^2$

Klausur Physik 11: Gravitation und Leistung (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

4 Leistung: mechanisch und elektrisch (16 Punkte)

$W = m \cdot g \cdot h$; $P = \frac{W}{t}$; $P = F \cdot v$; $P = U \cdot I$; $P = \frac{U^2}{R}$; Wirkungsgrad $= \frac{P_{nutz}}{P_{zu}}$; $1\ kWh = 3{,}6 \cdot 10^6\ J$

a) Ein Kran hebt eine Last von 800 kg in 20 s um 15 m an. Berechne die Hubarbeit und die Leistung. (3 P)

$W = m \cdot g \cdot h = 800\ kg \cdot 10\ N/kg \cdot 15\ m = 120\,000\ J$

$P = \frac{W}{t} = \frac{120\,000\ J}{20\ s} = 6000\ W = 6\ kW$

b) Der Elektromotor des Krans nimmt dabei bei 400 V einen Strom von 20 A auf. Berechne seine elektrische Leistung und den Wirkungsgrad. (3 P)

$P_{el} = U \cdot I = 400\ V \cdot 20\ A = 8000\ W$

Wirkungsgrad $= \frac{P_{nutz}}{P_{zu}} = \frac{6000\ W}{8000\ W} = 0{,}75 = 75\ \%$

Der Rest wird zu Wärme im Motor und in den Seilrollen.

c) Ein Wasserkocher (2000 W) hängt an 230 V und läuft 3 Minuten. Berechne die Stromstärke, die Energie in kWh und die Kosten bei 35 ct pro kWh. (4 P)

$P = U \cdot I$, umgestellt $I = \frac{P}{U} = \frac{2000\ W}{230\ V} \approx 8{,}7\ A$

$t = 3\ min = 0{,}05\ h$

$W = P \cdot t = 2\ kW \cdot 0{,}05\ h = 0{,}1\ kWh$

Kosten: $0{,}1\ kWh \cdot 35\ ct/kWh = 3{,}5\ ct$

d) Ein Pumpspeicherkraftwerk lässt jede Sekunde 50 m³ Wasser 300 m tief durch die Turbinen fallen. Der Wirkungsgrad ist 85 %. Berechne die elektrische Leistung und die Energie in kWh, die es in 6 Stunden liefert (1 m³ Wasser = 1000 kg). (4 P)

$m = 50\ m^3 \cdot 1000\ kg/m^3 = 50\,000\ kg$ (in jeder Sekunde)

$P_{mech} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50\,000\ kg \cdot 10\ N/kg \cdot 300\ m}{1\ s} = 1{,}5 \cdot 10^8\ W = 150\ MW$

$P_{el} = \text{Wirkungsgrad} \cdot P_{mech} = 0{,}85 \cdot 150\ MW = 127{,}5\ MW$

Klausur Physik 11: Gravitation und Leistung (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

E = P_el · t = 127,5 MW · 6 h = 765 MWh = 765 000 kWh

e) Ein Auto fährt mit konstant 30 m/s (108 km/h). Luft- und Rollwiderstand betragen zusammen 600 N. Welche Leistung muss der Motor abgeben? (2 P)

Bei konstanter Geschwindigkeit muss die Antriebskraft die Widerstände ausgleichen: F = 600 N.

P = F · v = 600 N · 30 m/s = 18 000 W = 18 kW