Klausur zur Vorlesung

„Experimentalphysik I für Naturwissenschaftler“

Version für Studierende der Geowissenschaften, Umweltnaturwissenschaften und Geökologie

Im Wintersemester 2014/2015

Am Dienstag, 10. Februar 2015, 18:00-20:00

ID Nr. 1000

Beachten Sie folgende Hinweise:

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

Tragen Sie auf **jeder 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.

Es gibt Wissensfragen und Rechenaufgaben. Für jede richtige Antwort gibt es einen Punkt.

Jede Rechenaufgabe steht auf einem separaten Blatt der Klausur. Rechnungen schreiben sie bitte ebenfalls auf dieses Blatt. Sollten Zusatzblätter nötig sein, diese bitte 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.

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. Sind mehrere Antworten bei einer Frage angekreuzt, gibt es keinen Punkt.

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

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg, Sebastian Slama!

Wissensfragen : Es ist immer nur eine Antwort richtig!

1) Wie berechnet man aus der Beschleunigung $a(t)$ die Ortsfunktion $s(t)$?

   A) Zweimal integrieren.
   B) Einmal integrieren.
   C) Gar nicht, denn es fehlt die Information, welche Masse beschleunigt wird.
   D) Einmal ableiten.
   E) Zweimal ableiten.

2) Die Einheit des Drehmoments $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ lautet

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

3) Bei einer Messung mit N Wiederholungen betrage der statistische Fehler des Mittelwerts $\Delta\mu$. Wie oft müsste man messen, damit der statistische Fehler ein Zehntel so groß ist?

   A) Doppelt so oft.
   B) Zehnmal so oft.
   C) Hundertmal so oft.
   D) Tausendmal so oft.
   E) Zehntausendmal so oft.

4) Auf einen Massenpunkt m wirken die beiden Kräfte $\overrightarrow{F_1}$ und $\overrightarrow{F_2} = -2 \cdot \overrightarrow{F_1}$. Welche Beschleunigung erfährt die Masse?

   A) Sie erfährt eine Beschleunigung $a = \frac{|\overrightarrow{F_1}|}{m}$ in Richtung $\overrightarrow{F_1}$.
   B) Sie erfährt eine Beschleunigung $a = 2 \cdot \frac{|\overrightarrow{F_1}|}{m}$ in Richtung $\overrightarrow{F_1}$.
   C) Die Masse wird nicht beschleunigt.
   D) Sie erfährt eine Beschleunigung $a = 1 \cdot \frac{|\overrightarrow{F_2}|}{m}$ in Richtung $\overrightarrow{F_2}$.
   E) Sie erfährt eine Beschleunigung $a = \frac{1}{2} \cdot \frac{|\overrightarrow{F_2}|}{m}$ in Richtung $\overrightarrow{F_2}$.

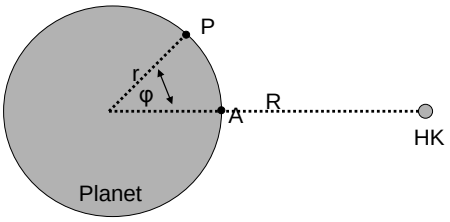
5) Vom Pol zum Äquator (auf der Erdoberfläche)

A) wird die Gravitationsbeschleunigung kleiner, die Zentrifugalbeschleunigung größer.
B) ändert sich die Schwerebeschleunigung nur wegen des größeren Erdradius.
C) ändert sich die Schwerebeschleunigung nur wegen der Erdrotation.
D) bleibt die Schwerebeschleunigung gleich.
E) nimmt die Schwerebeschleunigung zu.

6) Das Gezeitenpotential Φ am Punkt P (Abstand *r* vom Mittelpunkt, Winkel φ gegen die Verbindungslinie zum HK) eines Planeten, bedingt durch einen Himmelskörper (HK mit Masse M), ist durch folgende Näherungsformel gegeben:

$$\Phi = -\frac{1}{2} G \cdot M \cdot \frac{r^2}{R^3} \cdot (3 \cdot \cos^2 \varphi - 1)$$

(Def. der Parameter s. Skizze; *G*: Gravitationskonstante)



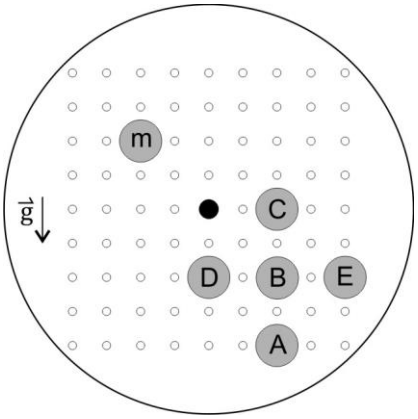
Für den Punkt A ergibt sich daraus als Gezeitenbeschleunigung

A) $(1/2) \cdot G \cdot M \cdot r^2 / R^4$
B) $-3 \cdot G \cdot M \cdot r^2 / R^4$
C) $G \cdot M \cdot r / R^3$
D) $2 \cdot G \cdot M \cdot r / R^3$
E) 0

7) Eine Feder wird mit einer Energie von $E_1 = 10\,J$ um eine Strecke $s = 2\,cm$ zusammen-gedrückt. Welche zusätzliche Energie E_2 ist nötig, die Feder um weitere $2\,cm$ zusammenzudrücken?

A) $E_2 = 5\,J$
B) $E_2 = 10\,J$
C) $E_2 = 20\,J$
D) $E_2 = 25\,J$
E) $E_2 = 30\,J$

8) Eine um ihren Mittelpunkt drehbare Scheibe sei an der Wand montiert. An der Scheibe hänge die Masse m, wie in der Skizze gezeigt. An welche Position muss man eine gleich große Masse hängen, damit ein **labiles Gleichgewicht** entsteht?



9) Eine Kugel prallt mit Geschwindigkeit v vollkommen inelastisch auf eine ruhende Kugel gleicher Masse. Was passiert?
   A) Die erste Kugel bleibt stehen, und die zweite bewegt sich mit v weiter.
   B) Die erste Kugel wird mit $\frac{v}{2}$ reflektiert, und die zweite Kugel bewegt sich mit $\frac{v}{2}$ weiter.
   C) Beide Kugeln sind nach dem Stoß in Ruhe.
   D) Beide Kugeln bewegen sich nach dem Stoß mit $\frac{v}{2}$ weiter.
   E) Beide Kugeln bewegen sich nach dem Stoß mit v weiter.

10) Die Tatsache, dass die Erde rotiert, führt dazu, dass die Sonne im Osten „aufgeht“. In welche Richtung zeigt die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ der Rotation der Erde?
   A) In Richtung Süden.
   B) In Richtung Norden.
   C) In Richtung Osten.
   D) In Richtung Westen.
   E) In Richtung der Sonne.

11) Wir betrachten eine Hintereinanderschaltung eines Hooke’schen Körpers (Feder) und eines Newton’schen Körpers (Stoßdämpfer). Das obere Ende ist fest eingespannt. Diese Schaltung wird über eine Zeit t mit einer konstanten Kraft K belastet, danach sei die Kraft wieder null. Welche der folgenden Aussagen über die Auslenkung (des Punkts an dem die Kraft angreift) ist richtig?
   A) Nach „Abschalten“ der Kraft geht die Auslenkung teilweise zurück.
   B) Auch nach „Abschalten“ der Kraft geht die Auslenkung langsam weiter.
   C) Nach „Abschalten“ der Kraft bleibt die Auslenkung erhalten.
   D) Nach „Einschalten“ der Kraft und ausreichender Wartezeit stellt sich die Auslenkung in ein Gleichgewicht ein.
   E) Eine Auslenkung ergibt sich nur, wenn die Kraft einen Grenzwert übersteigt.



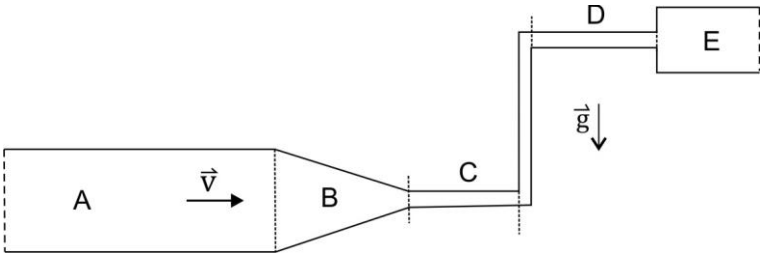
12) Ein Stab wird durch eine Kraft gezogen und verlängert sich hierbei um 10%. Wie ändert sich gleichzeitig der Durchmesser des Stabes? Die Poissonzahl des Stabes sei 0,2.
   A) Der Durchmesser vergrößert sich um 12 %.
   B) Der Durchmesser vergrößert sich um 2 %.
   C) Der Durchmesser ändert sich nicht.
   D) Der Durchmesser verkleinert sich um 2 %.
   E) Der Durchmesser verkleinert sich um 12%.

13) Welche Aussage über den Schweredruck in Fluiden ist **falsch**?
   A) Der Schweredruck wird durch das Eigengewicht des Fluids verursacht.
   B) Der Schweredruck in Flüssigkeiten nimmt linear mit der Tiefe zu.
   C) Der Luftdruck der Erdatmosphäre sinkt exponentiell mit der Höhe.
   D) Der Schweredruck in einer Flüssigkeit ist unabhängig von der Form des Gefäßes, in dem sich die Flüssigkeit befindet.
   E) Der Schweredruck in einer Flüssigkeit ist proportional zum Quadrat der Dichte.

14) Welcher der folgenden Würfel mit Kantenlänge a und Masse m schwimmt in Ethanol? Dichte von Ethanol: $\rho = 789\ kg\ /\ \mathrm{m}^3$

   A) $a = 2\ cm, m = 6{,}48\ g$
   B) $a = 4\ cm, m = 48\ g$
   C) $a = 0{,}5\ cm, m = 0{,}12\ g$
   D) $a = 5\ cm, m = 120\ g$
   E) $a = 10\ cm, m = 900\ g$

15) Eine inkompressible Flüssigkeit ströme durch ein Rohrsystem (Skizze). In welchem Teilabschnitt ist der Druck am kleinsten?

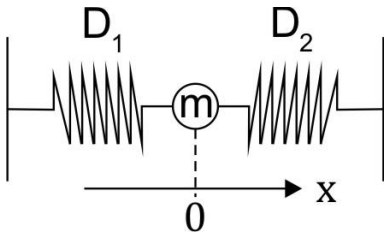


16) Ein Ball mit Radius R und homogener Dichte wird am Grund eines Sees losgelassen und steigt mit konstanter Geschwindigkeit v zur Wasseroberfläche auf. Welche Aussage ist **falsch**?

   A) v ist proportional zu R^2 (R = Radius des Balls)
   B) v ist proportional zur Differenz der Dichte des Wassers und des Balls: $\rho_{\mathrm{Wasser}} - \rho_{\mathrm{Ball}}$
   C) v ist proportional zu η^{-1} (η = Viskosität des Wassers)
   D) v ist proportional zur Erdbeschleunigung g.
   E) v ist proportional zur Auftriebskraft des Balls im Wasser: F_A

17) Eine Masse m wird zwischen zwei Federn mit Federkonstanten D_1 und D_2 eingespannt. Durch eine Auslenkung x der Masse kann man diese zum Schwingen bringen. Welche Differenzialgleichung beschreibt die Schwingung **richtig?**

A) $m \cdot \ddot{x}(t) + (D_1 + D_2) \cdot x(t) = 0$
B) $m \cdot \ddot{x}(t) - (D_1 + D_2) \cdot x(t) = 0$
C) $m \cdot \ddot{x}(t) + (D_1 - D_2) \cdot x(t) = 0$
D) $m \cdot \ddot{x}(t) - (D_1 - D_2) \cdot x(t) = 0$
E) $m \cdot \ddot{x}(t) + (D_1 \cdot D_2) \cdot x(t) = 0$



18) Mit einem Seismometer (Eigenfrequenz f_0) wird eine Bodenbewegung der Amplitude w_0 Frequenz f gemessen. Die Amplitude des Seismometerausschlags sei a_0?
Welche der folgenden Aussagen ist falsch?
A) Das Seismometer schwingt mit der gleichen Frequenz wie der Boden.
B) Für $f << f_0$ reagiert das Seismometer kaum (a_0/w_0 geht gegen null).
C) Für $f >> f_0$ geht a_0/w_0 gegen 1.
D) Um f_0 zu erhöhen, muss man die schwingende Masse des Seismometers vergrößern.
E) Ohne Dämpfung ist das Seismometer für $f \rightarrow f_0$ nicht für Messungen geeignet.

19) Ein 2-dimensionaler Spannungszustand (Spannungen in einer Ebene) lässt sich beschreiben durch
A) 1 Normalspannung und 2 Tangentialspannungen
B) 2 Normalspannungen und 1 Tangentialspannung
C) 2 Normalspannungen und 2 Tangentialspannungen
D) 1 Normalspannung und 1 Tangentialspannung
E) 3 Normalspannungen

20) Gegeben seien 2 kg eines Stoffes mit spezifischer Wärmekapazität $c_1 = 500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ und 1 kg eines Stoffes mit spezifischer Wärmekapazität $c_2 = 750 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$. Wie groß ist die Gesamtwärmekapazität beider Stoffe zusammen?
A) $C = 625 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$
B) $C = 666{,}67 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$
C) $C = 1250 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$
D) $C = 1750 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$
E) $C = 2000 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$

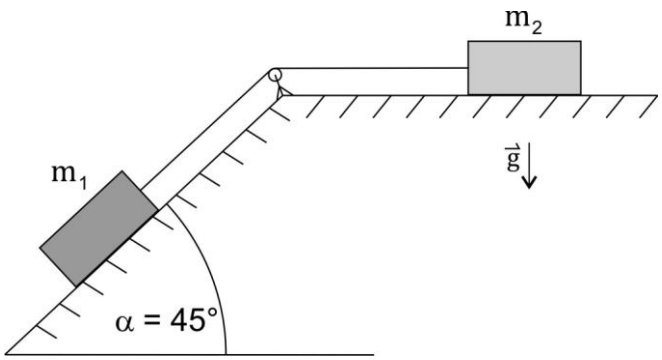
21) Welche Aussage ist **falsch**? Bei einer isothermen Zustandsänderung
   A) Bleibt die Temperatur konstant.
   B) Ändert sich die innere Energie des Gases nicht.
   C) Gilt das Gesetz von Boyle-Mariotte.
   D) Kann die Entropie niemals abnehmen.
   E) Werden mechanische Arbeit und Wärme komplett ineinander umgewandelt.

22) Welche thermodynamische Zustandsänderung ist dafür verantwortlich, dass eine Fahrradpumpe heiß wird, wenn man die in ihr enthaltene Luft schnell zusammendrückt?
   A) Isochore Zustandsänderung.
   B) Isobare Zustandsänderung.
   C) Isotherme Zustandsänderung.
   D) Adiabatische Zustandsänderung.
   E) Keine der erwähnten Zustandsänderungen kann die Erwärmung erklären.

23) Welche der folgenden Aussagen beschreibt **keinen** der Hauptsätze der Thermodynamik?
   A) Am absoluten Temperatur-Nullpunkt ist die Entropie null.
   B) $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$
   C) $\Delta W = -p \cdot \Delta V$
   D) Im thermischen Gleichgewicht ist die Temperatur überall gleich.
   E) Die Gesamtentropie in einem abgeschlossenen System kann nur gleich bleiben oder zunehmen.

Rechenaufgaben: Es ist immer nur eine Antwort richtig!

Themengebiet 1: Auf der schiefen Bahn



Eine Masse m_1 liegt auf einer schiefen Ebene (Winkel $\alpha = 45°$) und ist über ein masseloses Seil und eine Umlenkrolle mit einer Masse $m_2 = 3\ kg$ verbunden. Der Haftreibungskoeffizient der beiden Massen mit dem Boden beträgt $\mu_H = 0{,}4$.
Hinweis: $g = 10\ ms^{-2}$

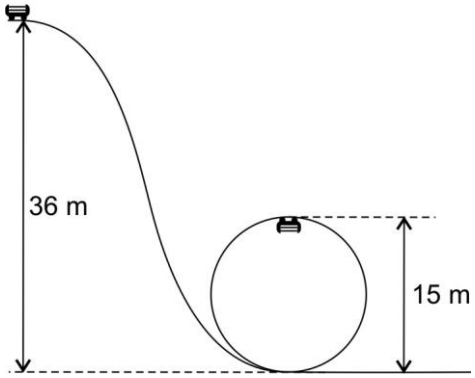
24) Wie groß ist die maximale Haftreibungskraft F_{R2} zwischen Masse m_2 und dem Boden?
   A) $F_{R2} = 8\ N$
   B) $F_{R2} = 10\ N$
   C) $F_{R2} = 12\ N$
   D) $F_{R2} = 14\ N$
   E) $F_{R2} = 16\ N$

25) Wie groß darf die Masse m_1 maximal sein, so dass die beiden Massen gerade nicht ins Rutschen kommen?
   A) $m_1 = 2{,}8\ kg$
   B) $m_1 = 3{,}0\ kg$
   C) $m_1 = 3{,}2\ kg$
   D) $m_1 = 3{,}4\ kg$
   E) $m_1 = 3{,}6\ kg$

26) Nun wird $m_1 = 5\ kg$ gewählt, so dass beide Massen zu rutschen beginnen. Welche Geschwindigkeit v besitzen die beiden Massen nach 1 Sekunde Rutschzeit? Der Gleitreibungskoeffizient beträgt $\mu_G = 0{,}1$.
   A) $v = 1{,}2\ m/s$
   B) $v = 1{,}8\ m/s$
   C) $v = 2{,}4\ m/s$
   D) $v = 3{,}0\ m/s$
   E) $v = 3{,}6\ m/s$

Themengebiet 2: Achterbahn

27) Ein Waggon einer Achterbahn wird in 36 m Höhe losgelassen. Welche Geschwindigkeit v besitzt er im Umkehrpunkt eines Loopings mit 15 m Höhe?
Hinweise: $g = 10\ ms^{-2}$; die Rotationsenergie der Räder ist bei dieser Aufgabe zu vernachlässigen.



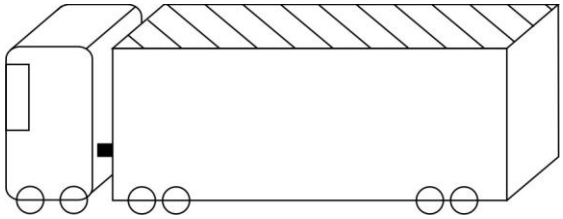
A) $v = 18{,}5\ m/s$
B) $v = 20{,}5\ m/s$
C) $v = 22{,}5\ m/s$
D) $v = 24{,}5\ m/s$
E) $v = 26{,}5\ m/s$

28) Wie groß muss die Geschwindigkeit des Waggons im oberen Umkehrpunkt des Loopings mindestens sein, so dass der Waggon durch die Zentrifugalkraft an den Schienen bleibt und nicht herunterfällt.
A) $v = 5{,}9\ m/s$
B) $v = 8{,}7\ m/s$
C) $v = 11{,}5\ m/s$
D) $v = 14{,}2\ m/s$
E) $v = 17{,}3\ m/s$

29) Nun wird der Achterbahnwaggon durch eine Kugel mit Kugelradius R und Masse m ersetzt, so dass die Rotationsenergie der Kugel mitberücksichtigt werden muss. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Kugel im oberen Umkehrpunkt des Loopings?
Hinweis: Trägheitsmoment einer Kugel $J = \frac{2}{5}mR^2$.
A) $v = 6{,}9\ m/s$
B) $v = 9{,}7\ m/s$
C) $v = 12{,}5\ m/s$
D) $v = 15{,}6\ m/s$
E) $v = 17{,}3\ m/s$

Themengebiet 3: Strömende Gase und Flüssigkeiten

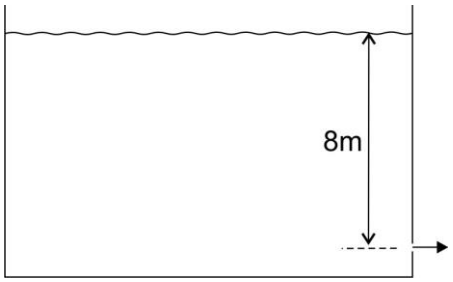
30) Die obere Seite der Plane eines LKW Anhängers (in Skizze schraffiert) habe eine Fläche von $A = 12\ m^2$. Welche Kraft F wirkt auf diese Fläche, wenn der LKW mit $v = 80\ {}^{km}/_{h}$ Geschwindigkeit fährt?



Hinweis: Luftdichte $\rho = 1{,}2\ kg/m^3$

A) $F = 2556\ N$
B) $F = 2856\ N$
C) $F = 3156\ N$
D) $F = 3556\ N$
E) $F = 3956\ N$

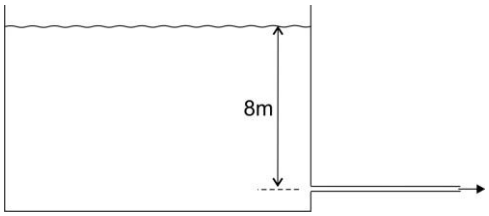
31) Gegeben sei ein mit Wasser gefüllter Bottich. Am unteren Ende (8 m unter der Wasserkante) befinde sich seitlich ein Loch mit einem Radius von $R = 1\ cm$. Welche Wassermenge strömt pro Sekunde durch das Loch?



Hinweis: $g = 10\ ms^{-2}$

A) 1 Liter
B) 2 Liter
C) 3 Liter
D) 4 Liter
E) 5 Liter

32) An dem Loch wird nun ein Rohr befestigt, welches einen Innenradius von 0,5 cm und eine Länge von 10 m besitzt. Welche Wassermenge strömt pro Sekunde aus dem Rohr, wenn das ausströmende Wasser einen Restdruck von 0,5 bar besitzt?



Hinweise: Viskosität von Wasser $\eta = 10^{-3}\ Pa \cdot s$, $g = 10\ ms^{-2}$, Wasserdichte $\rho = 1000\ kg/m^3$; (Vernachlässigen Sie den Luftdruckunterschied auf der Höhendifferenz von 8 m!)

A) 0,54 Liter
B) 0,74 Liter
C) 0,94 Liter
D) 1,14 Liter
E) 1,34 Liter

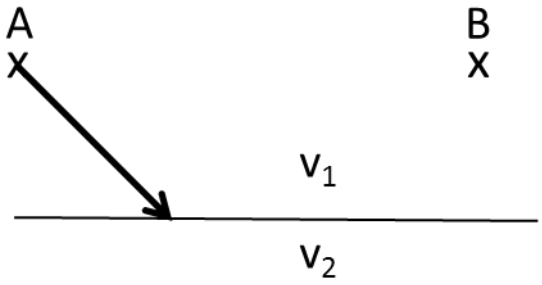
Themengebiet 4: Wellen

33) Wir betrachten eine ebene Welle mit Wellenlänge 10 m und Frequenz 200 Hz.
Mit welcher Geschwindigkeit *v* breitet sich die Welle aus?

A) Mit *v*= 2000 m/s
B) Mit *v*=5000 m/s
C) Mit *v*= 500 m/s
D) Mit *v*= 20 m/s
E) Mit Lichtgeschwindigkeit

34) Die Welle trifft unter einem 45°-Winkel auf eine Grenzfläche (siehe Skizze).
Wie groß muss das Verhältnis v_2/v_1 sein (gerundet), damit kritische Brechung stattfindet?

A) 0,5
B) 0,7
C) 1,0
D) 1,4
E) 2,0



35) Wir betrachten wieder die Skizze. Der Abstand A-B beträgt 30 m und beide Punkte liegen 10 m über der Grenzfläche; die Laufzeit von A zur Grenzfläche beträgt 14,0 ms; v_2 sei hier 1400 m/s.
Die unter 45° einfallende Welle wird kritisch gebrochen. Aufgrund des Huygenschen Prinzips wird dadurch eine Welle erzeugt, welche in B ankommt. Wie groß ist die gesamte Laufzeit (gerundet) dieser Welle von A nach B?

A) 21 ms
B) 27 ms
C) 35 ms
D) 36 ms
E) 38 ms

Lösungsblatt – Kreuzen Sie die Antwort an, die Sie für richtig halten. Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit erlaubt. **ID: 1000**

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