2008-12-03 Klassenarbeit 1 Klasse 10c Physik

Lösung

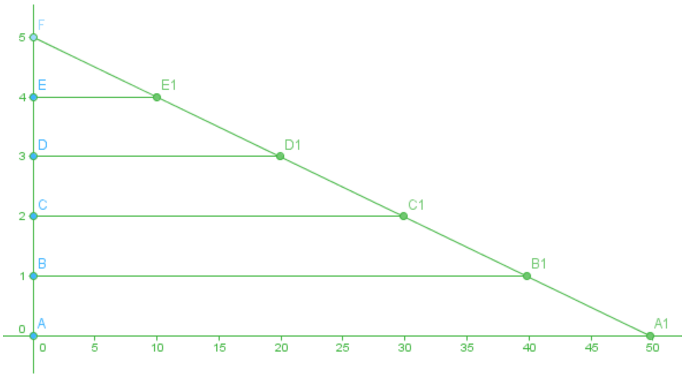
1 a) Fährt man bei Schneefall mit dem Auto, so scheinen die Schneeflocken fast immer von vorn zu kommen.Warum ist das so?

Fährt man mit dem Auto auf fallende Schneeflocken zu, so scheinen diese dem Auto entgegenzukommen, da normalerweise das Auto vom Fahrenden als Bezugspunkt gewählt wird und damit die eigene Geschwindigkeit als entgegengesetzte Geschwindigkeit der Außenwelt angesehen wird.
Aus diesem Grund scheinen uns auch Bäume, Häuser, Brücken und selbst langsamere vorausfahrende Fahrzeuge entgegenzukommen.

b) Angenommen, Du schaffst es, bei einem Schneesturm der Geschwindigkeit 50km/h mit einer Geschwindigkeit von 5km/h mit dem Fahrrad zu fahren. Kann es dann sein, dass der Schnee genau von der Seite bei Dir auftrifft? Wenn ja, von wo käme der Schnee, wenn Du stehen würdest? Käme er genau von hinten, schräg von hinten, genau von der Seite, schräg von vorne, genau von vorne? Begründung!

Angenommen, Du fährst entlang des Weges ABCDEF (siehe Zeichnung). Damit der Schnee genau von der Seite zu kommen scheint (waagrechte Strecken), muss der Wind von schräg hinten kommen. Wenn Du bei A bist, siehst Du die Schneeflocke bei A1, bei B ist die Schneeflocke bei B1 usw. immer genau rechts von Dir.

Der Winkel zwischen den Geschwindigkeitsvektoren bei F ergibt sich aus $\cos\alpha = \frac{1}{10} \rightarrow \alpha \approx 84°$.



Beachte, dass die Zeichnung maßstabsgerecht ist, die Achsen aber unterschiedlichen Maßstab besitzen.

---

2 An einem Kontrollposten der Polizei fährt ein Wagen mit der konstanten Geschwindigkeit von $72\frac{km}{h}$ vorbei. Als der Wagen 100m entfernt ist, startet ein Polizeiwagen und fährt mit konstanter Beschleunigung von $2\frac{m}{s^2}$ hinter dem verdächtigen Wagen her.
Berechne, wann die Polizei den Wagen eingeholt hat und welche Strecke sie dabei zurückgelegt hat.

Das Fahrzeug fährt mit v=const., die Polizei mit a=const.
Fahrzeug und Polizei fahren in positive x-Richtung.
Die Polizei startet im Koordinatenursprung, das Fahrzeug ist zur Zeit t=0 bei 100 auf der x-Achse.

Es gelten also folgende Bewegungsgleichungen:

$$s_{Polizei} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \qquad s_{Fahrzeug} = v_0 \cdot t + 100$$

Wenn sich die Fahrzeuge treffen, gilt $s_{Polizei} = s_{Fahrzeug}$*, also auch* $\frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = v_0 \cdot t + 100$

Gefragt ist zunächst die Zeit t bis zum Zusammentreffen. Auflösen der Gleichung nach t:

$\frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 - v_0 \cdot t - 100 = 0 \;\rightarrow\; t^2 - \frac{2 \cdot v_0}{a} \cdot t - \frac{200}{a} = 0 \;\rightarrow\; t_{1,2} = \frac{v_0}{a} \pm \sqrt{\frac{v_0^2}{a^2} + \frac{200}{a}}$

Umrechnung: $72 \frac{km}{h} = \frac{72}{3{,}6} \frac{m}{s} = 20 \frac{m}{s}$ *Einsetzen (ohne Einheiten, Werte aus Aufgabe,* $g = 10 \frac{m}{s^2}$*):*

$t_{1,2} = 10 \pm \sqrt{100+100} = 10 \pm \sqrt{200} \approx 10 \pm 14{,}14 \;\rightarrow\; t_1 \approx -4{,}14\,;\, t_2 \approx 24{,}14$

Sinnvoll ist im Zusammenhang nur die Zeit $t_2 \approx 24{,}14\, s$.

Mit der Formel für $s_{Fahrzeug}$ *lässt sich nun auch die Wegstrecke berechnen:*

$s_{Polizei} = s_{Fahrzeug} = v_0 \cdot t + 100 = 20 \cdot 24{,}14 + 100 = 482{,}8 + 100 = 582{,}8$

Die Polizei holt das Fahrzeug also nach der Fahrstrecke 483 m ein.

---

3 Der Bremer Fallturm hat eine 123 m lange senkrechte Fallröhre, die bei Fallversuchen evakuiert wird. Man schießt die Versuchsappaturen von unten mit einem Katapult senkrecht hoch und führt die Versuche während des antriebslosen Falls durch.

a) Berechne, mit welcher Geschwindigkeit man die Versuchsapparatur nach oben schießen muss, damit sie die maximale Höhe von 123 m erreicht.

Es liegt bei diesem senkrechten Wurf eine Überlagerung einer Bewegung mit v=const. und der Fallbewegung mit a=g=const. vor.

Die Bewegung mit v=const. führt senkrecht nach oben, die Fallbewegung senkrecht nach unten.

Die Bewegungsgleichungen ergeben sich so zu $s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ *und* $v = v_0 - g \cdot t$.

Da der Körper die größte Höhe bei 123 m erreicht, ist dort die Geschwindigkeit gleich 0. Gesucht ist v_0*.*

Es gilt $0 = v_0 - g \cdot t$ *. Daraus lässt sich t berechnen:* $t = \frac{v_0}{g}$.

Einsetzen in die Gleichung für s: $s = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2 \cdot g} = \frac{2 \cdot v_0^2}{2 \cdot g} - \frac{v_0^2}{2 \cdot g} = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$

Auflösen nach v_0*:* $v_0^2 = 2 \cdot s \cdot g \;\rightarrow\; v_0 = \sqrt{2 \cdot s \cdot g} = \sqrt{2 \cdot 123 \cdot 10} = \sqrt{2460} \approx 49{,}6$

Die Abwurfgeschwindigkeit beträgt also etwa $50 \frac{m}{s}$.

b) Berechne die gesamte Zeit vom Abschuss bis zum Wiederauftreffen am Boden.

Bedingung für das Auftreffen auf dem Boden ist s=0. Also gilt:

$0 = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \;\rightarrow\; 0 = t \cdot \left(v_0 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t\right)$ *t=0 ist Lösung der Gleichung, gibt aber die Startzeit an.*

Also muss gelten $v_0 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t = 0 \;\rightarrow\; t = \frac{2 \cdot v_0}{g} = \frac{2 \cdot \sqrt{2460}}{10} \approx 9{,}92$.

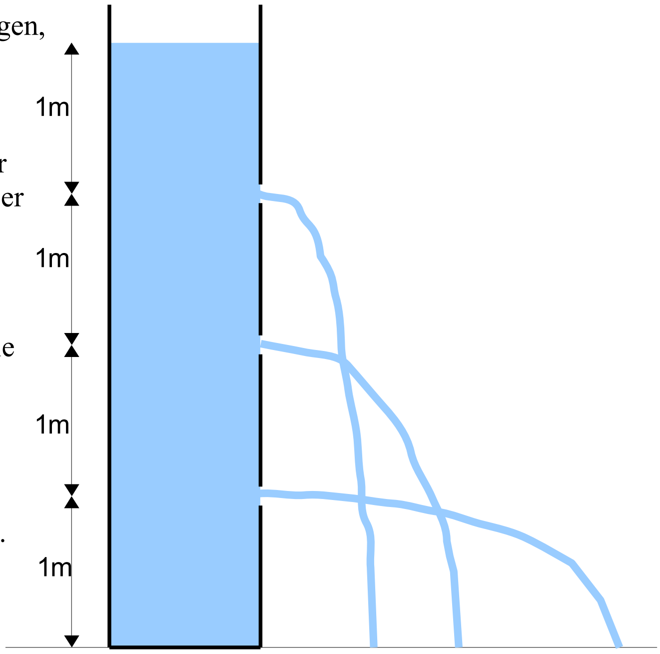
Die gesamte Fallzeit beträgt also etwa 10 s.

---

4 In Physikbüchern findet man häufig Abbildungen, die so ähnlich aussehen wie nebenstehende Zeichnung:
Ein Wasserbehälter hat 3 Löcher auf verschiedenen Höhen. Aus ihnen fließt Wasser aus, wobei wegen des Wasserdrucks das Wasser aus dem untersten Loch am weitesten entfernt am Boden auftrifft.

Hier gelten nun folgende Nebenbedingungen:
Die Wassersäule im Gefäß hat 4,0 m Höhe. Die Lage der Löcher ist aus der Zeichnung zu entnehmen.
Die Geschwindigkeit des waagrecht ausfließenden Wassers beträgt beim obersten Loch $1\frac{m}{s}$, in der Mitte $2\frac{m}{s}$ und unten $3\frac{m}{s}$.

Ist der Weg der Wasserstrahlen einigermaßen richtig eingezeichnet?
Welcher Wasserstrahl wird am weitesten kommen?
Gib die Antwort auf Grund von Berechnungen.



Für alle 3 Wasserstrahlen liegt ein waagrechter Wurf vor, bei dem sich eine Bewegung mit v=const. in waagrechter Richtung und eine Bewegung mit a=g=const. in senkrechter Richtung überlagern.

Die einzelnen Formeln unterscheiden sich durch die Anfangsbedingungen, die durch die unterschiedliche Ausflusshöhe gegeben sind.

Ursprung des Koordinatensystems sei der Punkt am Boden unterhalb der Ausflussöffnungen.

Dann gelten folgende Bewegungsgleichungen:

Ausfluss oben: $x_{oben} = v_{oben} \cdot t \ ; \ y_{oben} = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 3$

Ausfluss Mitte: $x_{Mitte} = v_{Mitte} \cdot t \ ; \ y_{Mitte} = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 2$

Ausfluss unten: $x_{unten} = v_{unten} \cdot t \ ; \ y_{unten} = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 1$

Am weitesten Punkt trifft das Wasser am Boden auf und es gilt dabei y=0.

Ausfluss oben: $0 = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 3 \rightarrow t^2 = \frac{3 \cdot 2}{g} \rightarrow t = \sqrt{\frac{6}{g}} = \sqrt{\frac{6}{10}} = \sqrt{\frac{3}{5}}$

Einsetzen: $x_{oben} = v_{oben} \cdot t = 1 \cdot \sqrt{\frac{3}{5}} \approx 0{,}775$

Ausfluss Mitte: $0 = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 2 \rightarrow t^2 = \frac{2 \cdot 2}{g} \rightarrow t = \sqrt{\frac{4}{g}} = \sqrt{\frac{4}{10}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$

Einsetzen: $x_{Mitte} = v_{Mitte} \cdot t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{5}} \approx 1{,}265$

Ausfluss unten: $0 = \frac{-1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 1 \rightarrow t^2 = \frac{1 \cdot 2}{g} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2}{g}} = \sqrt{\frac{2}{10}} = \sqrt{\frac{1}{5}}$

Einsetzen: $x_{unten} = v_{unten} \cdot t = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{5}} \approx 1{,}342$

Der Wasserstrahl des unteren Ausflusses fliegt in x-Richtung am weitesten und trifft in etwa 1,3 m Entfernung vom Wasserbehälter auf.

!
Viel Erfolg bei der Bearbeitung der Aufgaben!