

AUFGABEN ZU KAPITEL 4



- ssm** Antwort im Lösungshandbuch für Studenten (Student Solutions Manual)
www Antwort kann abgerufen werden im World Wide Web
ilw Antwort ist in der interaktiven Lernsoftware enthalten (Interactive Learning Ware)

4-2

1 Der Kern einer Wassermelone besitze die folgenden Koordinaten: $x = -5,0 \text{ m}$, $y = 8,0 \text{ m}$ und $z = 0 \text{ m}$. Bestimmen Sie seinen Ortsvektor (a) in der Einheitsvektorenschreibweise und als (b) ein Betrag und (c) ein Winkel relativ zur positiven Richtung der x -Achse. (d) Skizzieren Sie diesen Vektor in einem rechtshändigen Koordinatensystem. Der Kern bewege sich nun zu den xyz -Koordinaten $(3,00 \text{ m}, 0 \text{ m}, 0 \text{ m})$. Wie lautet seine Verschiebung (e) in der Einheitsvektorenschreibweise und als (f) ein Betrag und (g) ein Winkel relativ zur positiven Richtung der x -Achse?

2 Der Ortsvektor eines Elektrons sei

$$\vec{r} = (5,0 \text{ m})\vec{e}_x - (3,0 \text{ m})\vec{e}_y + (2,0 \text{ m})\vec{e}_z.$$

(a) Ermitteln Sie den Betrag von \vec{r} . (b) Zeichnen Sie den Vektor in einem rechtshändigen Koordinatensystem.

3 Der Ortsvektor eines Protons sei ursprünglich

$$\vec{r} = 5,0\vec{e}_x - 6,0\vec{e}_y + 2,0\vec{e}_z$$

und später

$$\vec{r} = -2,0\vec{e}_x + 6,0\vec{e}_y + 2,0\vec{e}_z$$

(alle Angaben in Metern). (a) Wie lautet der Verschiebungsvektor des Protons und (b) zu welcher Ebene ist dieser Vektor parallel?

4 Eine Radaranlage registriert ein Flugzeug, das direkt aus Osten heranfliegt. Zum ersten Beobachtungszeitpunkt ist der Abstand zwischen Flugzeug und Radaranlage gleich 360 m unter einem Winkel von 40° über dem Horizont. Die Radaranlage verfolgt das Flugzeug über einen Winkel von 123° hinweg in einer senkrechten Ost-West-Ebene, bis zu dem Augenblick, in dem sich das Flugzeug in einer Entfernung von 790 m von der Radaranlage befindet. Bestimmen Sie die Verschiebung des Flugzeugs während des Beobachtungszeitraums.

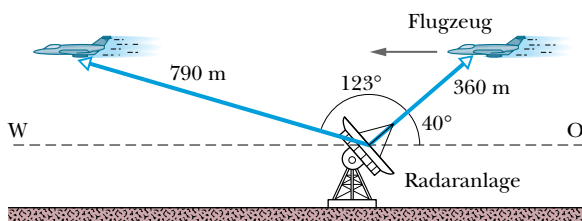


Abb. 4-30: Aufgabe 4

4-3

5 Ein Zug fahre $40,0 \text{ min}$ lang mit einem konstanten Geschwindigkeitsbetrag von $60,0 \text{ km/h}$ nach Osten,

dann $20,0 \text{ min}$ lang in eine Richtung $50,0^\circ$ östlich von Norden und schließlich $50,0 \text{ min}$ lang nach Westen. Wie lautet die Durchschnittsgeschwindigkeit des Zugs während dieser Fahrt? **ssm**

6 Der Ortsvektor eines Ions sei anfänglich

$$\vec{r} = 5,0\vec{e}_x - 6,0\vec{e}_y + 2,0\vec{e}_z,$$

10 s später

$$\vec{r} = -2,0\vec{e}_x + 8,0\vec{e}_y - 2,0\vec{e}_z$$

(alle Angaben in Metern). Wie lautet seine Durchschnittsgeschwindigkeit während dieser 10 s ?

7 Die Position eines Elektrons wird durch

$$\vec{r} = 3,00t\vec{e}_x - 4,00t^2\vec{e}_y + 2,00\vec{e}_z$$

gegeben, wobei t in Sekunden und \vec{r} in Metern gemessen werden. (a) Wie lautet die Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ des Elektrons? Wie lautet \vec{v} zur Zeit $t = 2,00 \text{ s}$ (b) in der Einheitsvektorenschreibweise sowie als (c) ein Betrag und (d) ein Winkel relativ zur positiven Richtung der x -Achse?

8 Die Oase A liegt 90 km westlich von der Oase B. Ein Kamel verlässt die Oase A und läuft innerhalb von 50 h 75 km in eine Richtung von 37° nördlich von Osten. Dann wendet sich das Kamel nach Süden und legt innerhalb von 35 h eine Entfernung von 65 km zurück. Daraufhin ruht es sich $5,0 \text{ h}$ aus. (a) Wie lautet die Verschiebung des Kamels relativ zur Oase A nach dem Ausruhen? (b) Wie lautet die Durchschnittsgeschwindigkeit des Kamels zwischen dem Zeitpunkt, in dem es die Oase A verlässt, und dem Moment, in dem es seine Ruhepause beendet hat? (c) Wie groß ist der Betrag der Durchschnittsgeschwindigkeit in diesem Zeitintervall? (d) Wenn ein Kamel fünf Tage (120 h) lang laufen kann, ohne Wasser zu brauchen, wie muss dann seine Durchschnittsgeschwindigkeit nach dem Ausruhen lauten, damit es die Oase B gerade noch rechtzeitig erreicht?

4-4

9 Ein Teilchen bewege sich so, dass seine Position (in Metern) in Abhängigkeit der Zeit (in Sekunden) durch

$$\vec{r} = \vec{e}_x + 4t^2\vec{e}_y + t\vec{e}_z$$

beschrieben wird. Bestimmen Sie (a) seine Geschwindigkeit und (b) seine Beschleunigung als Funktion der Zeit. **ssm**

10 Ein Proton besitzt die Anfangsgeschwindigkeit

$$\vec{v} = 4,0\vec{e}_x - 2,0\vec{e}_y + 3,0\vec{e}_z.$$

$4,0 \text{ s}$ später ist

$$\vec{v} = -2,0\vec{e}_x - 2,0\vec{e}_y + 5,0\vec{e}_z$$

(in Metern pro Sekunde). Wie lautet die Durchschnittsbeschleunigung \vec{a}_{gem} des Protons während dieser $4,0 \text{ s}$ (a) in der Einheitsvektorenschreibweise sowie (b) als ein Betrag und eine Richtung?

11 Der Ort \vec{r} eines Teilchens, das sich in der xy -Ebene bewegt, sei durch

$$\vec{r} = (2,00t^3 - 5,00t)\vec{e}_x + (6,00 - 7,00t^4)\vec{e}_y$$

gegeben, mit \vec{r} in Metern und t in Sekunden. Berechnen Sie (a) \vec{r} , (b) \vec{v} und (c) \vec{a} zum Zeitpunkt $t = 2,00$ s. (d) Welche Richtung besitzt eine Gerade, die bei $t = 2,00$ s tangential zur Bahnkurve des Teilchens verläuft?

12 Ein Eissegler bewegt sich über die Oberfläche eines gefrorenen Sees mit einer vom Wind verursachten, konstanten Beschleunigung. Zu einem bestimmten Zeitpunkt ist die Geschwindigkeit des Boots $(6,30\vec{e}_x - 8,42\vec{e}_y)$ m/s. Drei Sekunden später kommt das Boot abrupt zum Stehen, da der Wind gedreht hat. Wie lautet die Durchschnittsbeschleunigung des Boots während dieses Zeitintervalls von 3 s?

13 Ein Teilchen verlässt den Ursprung mit einer Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v} = (3,00\vec{e}_x)$ m/s und einer konstanten Beschleunigung $\vec{a} = (-1,00\vec{e}_x - 0,500\vec{e}_y)$ m/s². Wie lauten (a) die Geschwindigkeit und (b) der Ortsvektor des Teilchens in dem Moment, in dem es seine maximale x -Koordinate erreicht? ssm www ilw

14 Die Geschwindigkeit \vec{v} eines Teilchens, das sich in einer xy -Ebene bewegt, sei durch $\vec{v} = (6,0t - 4,0t^2)\vec{e}_x + 8,0\vec{e}_y$ gegeben, wobei \vec{v} in Metern pro Sekunde und $t (> 0)$ in Sekunden gemessen wird. (a) Wie lautet die Beschleunigung zum Zeitpunkt $t = 3,0$ s? (b) Wann (wenn überhaupt) wird die Beschleunigung gleich null? (c) Wann (wenn überhaupt) wird die Geschwindigkeit gleich null? (d) Wann (wenn überhaupt) ist der Geschwindigkeitsbetrag gleich 10 m/s?

15 Ein Teilchen starte vom Ursprung bei $t = 0$ mit einer Geschwindigkeit von $8,0\vec{e}_y$ m/s und bewege sich in der xy -Ebene mit einer konstanten Beschleunigung von $(4,0\vec{e}_x + 2,0\vec{e}_y)$ m/s². In dem Moment, in dem die x -Koordinate des Teilchens gleich 29 m ist, wie lauten dann (a) seine y -Koordinate und (b) der Betrag seiner Geschwindigkeit?

16 Teilchen A bewegt sich entlang der Geraden $y = 30$ m mit einer konstanten Geschwindigkeit \vec{v} , deren Betrag gleich 3,0 m/s ist und die parallel zur positiven x -Achse zeigt (Abb. 4-31). Teilchen B startet am Ursprung mit der Geschwindigkeit null und einer konstanten Beschleunigung \vec{a} (mit Betrag $0,40$ m/s²) genau zu dem Zeitpunkt, zu dem A die y -Achse überquert. Welcher Winkel θ zwischen \vec{a} und der positiven Seite der x -Achse würde zu einem Zusammenstoß der beiden Teilchen führen? (Sollten Ihre Berechnungen eine Gleichung beinhalten, in der ein Term wie r^4 auftritt, so setzen Sie $u = t^2$ ein und lösen die daraus resultierende quadratische Gleichung nach u auf.)

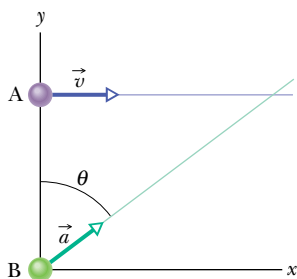


Abb. 4-31: Aufgabe 16

4-6

In einigen dieser Aufgaben ist es nicht gerechtfertigt, den Luftwiderstand zu vernachlässigen; es hilft jedoch, die Berechnungen zu vereinfachen.

17 Ein Gewehr wird horizontal auf ein 30 m weit entferntes Ziel gerichtet. Die Kugel trifft das Ziel 1,9 cm unterhalb des Punkts, auf den ursprünglich gezielt wurde. Wie groß sind (a) die Flugzeit der Kugel und (b) der Betrag ihrer Geschwindigkeit in dem Moment, in dem sie aus dem Gewehrlauf austritt? ssm

18 Ein kleiner Ball rollt horizontal über einen 1,20 m hohen Tisch und fällt über die Kante. Er erreicht den Boden in einem Punkt, der in horizontaler Richtung gemessen 1,52 m von der Tischkante entfernt ist. (a) Wie lange befindet sich der Ball in der Luft? (b) Wie groß ist der Betrag seiner Geschwindigkeit in dem Moment, in dem er über die Tischkante rollt?

19 Ein Baseballspieler wirft einen Ball in horizontaler Richtung mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 161 km/h. Der Abstand zum Schlagmann beträgt 18,3 m. (Vernachlässigen Sie die Auswirkungen des Luftwiderstands.) (a) Wie lange braucht der Ball, um die erste Hälfte dieser Entfernung zurückzulegen? (b) Wie lange braucht der Ball für die zweite Hälfte? (c) Wie weit fällt der Ball im freien Fall während der ersten Hälfte? (d) Während der zweiten Hälfte? (e) Warum sind die Größen in (c) und (d) nicht gleich?

20 Ein Dartpfeil werde mit einem anfänglichen Geschwindigkeitsbetrag von 10 m/s horizontal auf Punkt P geworfen, dem Zentrum der Dartscheibe. Der Pfeil trifft 0,19 s später im Punkt Q senkrecht unterhalb von P am Rand der Scheibe auf. (a) Wie groß ist der Abstand PQ? (b) Aus welcher Entfernung von der Dartscheibe wurde der Pfeil geworfen?

21 Ein Elektron fliegt mit einer horizontalen Anfangsgeschwindigkeit mit Betrag $1,00 \cdot 10^9$ cm/s in einen Bereich zwischen zwei horizontalen Metallplatten hinein, die elektrisch geladen sind. In diesem Bereich bewegt es sich in horizontaler Richtung gemessen 2,00 cm weit; dabei ist es durch die geladenen Platten einer konstanten, nach unten weisenden Beschleunigung von $1,00 \cdot 10^{17}$ cm/s² ausgesetzt. Bestimmen Sie (a) die Zeit, die das Elektron braucht, um die 2,00 cm zurückzulegen, und (b) die vertikale Entfernung, die es während dieser Zeit zurücklegt. Ermitteln Sie ebenfalls die Beträge (c) der horizontalen und (d) der vertikalen Geschwindigkeitskomponenten des Elektrons in dem Moment, in dem es aus dem Bereich austritt. ssm

22 Während der Leichtathletikweltmeisterschaften von 1991 in Tokyo sprang Mike Powell (Abb. 4-32) 8,95 m weit und übertraf damit den seit 23 Jahren geltenden Weltrekord von Bob Beamon um ganze 5 cm. Nehmen Sie an, dass Powells Geschwindigkeit beim Absprung 9,5 m/s betrug (was etwa der Geschwindigkeit eines Sprinters entspricht) und dass in Tokyo $g = 9,80$ m/s² ist. Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand. Wie viel kleiner war Powells horizontale

Reichweite als die maximal mögliche horizontale Reichweite eines Teilchens, das mit dem gleichen Geschwindigkeitsbetrag von 9,5 m/s geworfen wird?



Abb. 4-32: Aufgabe 22

23 Ein Stein werde zur Zeit $t = 0$ unter einem Winkel von $40,0^\circ$ oberhalb der Horizontalen mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 20,0 m/s von einem Katapult abgeschossen. Wie groß sind die Beträge (a) der horizontalen und (b) der vertikalen Komponente der Verschiebung des Steins vom Ort des Katapults aus gemessen zum Zeitpunkt $t = 1,10$ s? Wiederholen Sie diese Berechnung für (c) die horizontale und (d) die vertikale Komponente zur Zeit $t = 1,80$ s sowie für (e) die horizontale und (f) die vertikale Komponente zur Zeit $t = 5,00$ s.

ssm

24 Ein Golfball wird vom Boden aus geschlagen. Abbildung 4-33 zeigt den Geschwindigkeitsbetrag des Golfballs in Abhängigkeit der Zeit, wobei $t = 0$ den Zeitpunkt angibt, zu dem der Ball geschlagen wird. (a) Welche horizontale Entfernung legt der Golfball zurück, bevor er wieder auf Bodenhöhe ankommt? (b) Welche Höhe über dem Boden erreicht der Golfball maximal?

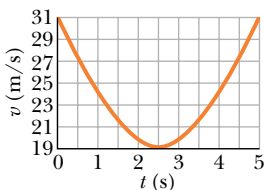


Abb. 4-33: Aufgabe 24

25 Ein Gewehr, das Kugeln mit 460 m/s abfeuert, wird auf eine Zielscheibe in 45,7 m Entfernung gerichtet, die

sich auf gleicher Höhe befindet wie das Gewehr. Wie hoch muss der Gewehrlauf über die Zielscheibe zielen, damit die Kugel die Zielscheibe trifft?

ssm

26 Ein Ball wird aus einer Höhe von 3,0 m über dem Erdboden geworfen. Eine Stroboskopaufnahme von der Position des Balls ist in Abb. 4-34 dargestellt. Die Punkte befinden sich 0,25 s auseinander, der Ball wird bei $t = 0$ geworfen. (a) Wie groß ist der Betrag der Anfangsgeschwindigkeit des Balls? (b) Wie groß ist der Geschwindigkeitsbetrag des Balls in dem Moment, in dem er seine Maximalhöhe über dem Erdboden erreicht? (c) Wie groß ist diese Maximalhöhe?

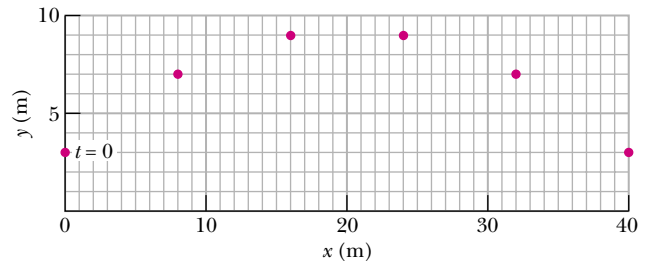


Abb. 4-34: Aufgabe 26

27 Zeigen Sie, dass die Maximalhöhe, die ein Projektil erreicht, gleich $y_{\max} = (v_0 \sin \theta_0)^2 / 2g$ ist.

ssm www

28 Sie werfen einen Ball in einem Winkel von $40,0^\circ$ oberhalb der Horizontalen mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 25,0 m/s gegen eine Wand (Abb. 4-35). Die Wand befindet sich 22,0 m von dem Punkt entfernt, an dem der Ball geworfen wird. (a) Wie weit oberhalb der Abwurfhöhe trifft der Ball die Wand? (b) Wie groß sind die horizontale und die vertikale Komponente seiner Geschwindigkeit in dem Moment, in dem er die Wand erreicht? (c) Hat der Ball den höchsten Punkt seiner Trajektorie in dem Moment, in dem er auf der Wand auftritt, schon durchflogen oder noch nicht?

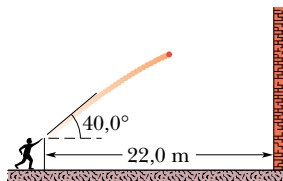


Abb. 4-35: Aufgabe 28

29 Ein Ball werde vom Boden aus in die Luft geworfen. In einer Höhe von 9,1 m sei seine Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde $\vec{v} = 7,6\vec{e}_x + 6,1\vec{e}_y$ (\vec{e}_x sei horizontal, \vec{e}_y zeige nach oben). (a) Welche Höhe erreicht der Ball maximal? (b) Welche horizontale Entfernung legt der Ball insgesamt zurück? Wie lauten (c) der Betrag und (d) die Richtung der Geschwindigkeit des Balls, kurz bevor er auf dem Boden auftritt?

ilw

30 Zwei Sekunden, nachdem es vom Boden aus abgeschossen wurde, hat ein Projektil relativ zur seinem Startpunkt eine Verschiebung von 40 m in horizontaler und 53 m in vertikaler Richtung nach oben zurückgelegt. Wie groß sind (a) die horizontale und (b) die vertikale Komponente der Anfangsgeschwindigkeit des Projektils? (c) Wie groß ist die Verschiebung des Projektils in horizontaler Richtung vom Startpunkt

aus gesehen in dem Moment, in dem es seine Maximalhöhe über dem Erdboden erreicht?

31 Ein Fußballspieler schießt einen Ball derart, dass er eine Flugzeit von 4,5 s besitzt und 46 m weit entfernt landet. Nehmen Sie an, der Ball verlässt den Fuß des Spielers in einer Höhe von 150 cm über dem Boden. Wie lauten dann (a) der Betrag und (b) die Richtung der Anfangsgeschwindigkeit des Balls? **ssm**

32 Ein mittelmäßiger Turmspringer stößt sich mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 2,00 m/s in horizontaler Richtung vom Rand eines Sprungturms ab, der sich 10,0 m oberhalb der Wasseroberfläche befindet. (a) In welcher horizontalen Entfernung vom Rand des Turms befindet sich der Springer 0,800 s nach dem Abstoßen? (b) In welcher vertikalen Entfernung von der Wasseroberfläche befindet sich der Springer in diesem Moment? (c) In welcher horizontalen Entfernung vom Rand des Turms trifft der Springer im Wasser auf?

33 Ein bestimmtes Flugzeug besitzt einen Geschwindigkeitsbetrag von 290,0 km/h und fliegt in einem Winkel von 30,0° unterhalb der Horizontalen. In diesem Augenblick wirft der Pilot ein Hilfspaket ab (Abb. 4-36). Die horizontale Entfernung zwischen dem Abwurfpunkt und dem Punkt, an dem das Hilfspaket auftrifft, beträgt 700 m. (a) Wie lange befindet sich das Hilfspaket in der Luft? (b) In welcher Höhe wurde es abgeworfen? **ilw**

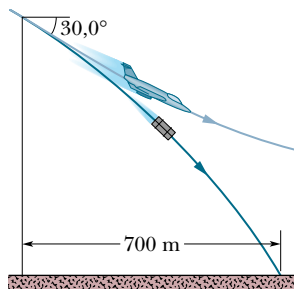


Abb. 4-36: Aufgabe 33

34 Der Betrag der Wurfgeschwindigkeit eines bestimmten Projektils sei fünfmal so groß wie der Betrag der Geschwindigkeit, die es am maximalen Punkt seiner Flugbahn hat. Berechnen Sie den Wurfwinkel θ_0 .

35 Ein Ball rollt mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 1,52 m/s horizontal über den Rand der obersten Stufe einer Treppe. Die Treppenstufen sind 20,3 cm hoch und 20,3 cm tief. Auf welcher Treppenstufe trifft der Ball zuerst auf? **ssm**

36 Ein Fußball wird vom Erdboden aus mit einem anfänglichen Geschwindigkeitsbetrag von 19,5 m/s in einem Winkel von 45° nach oben geschossen. Ein Spieler, der sich in Flugrichtung des Balls in einer Entfernung von 55 m befindet, fängt im gleichen Moment an zu rennen, um den Ball rechtzeitig zu erreichen. Wie groß muss der Betrag seiner Durchschnittsgeschwindigkeit sein, damit er den Ball erreicht, kurz bevor dieser auf dem Boden auftrifft? Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand.

37 Ein Flugzeug fliege in einem Winkel von 53,0° relativ zur Senkrechten nach unten. In einer Höhe von 730 m

wirft der Pilot ein Hilfspaket ab. Das Paket erreicht den Erdboden 5,00 s, nachdem es abgeworfen wurde. (a) Wie groß ist der Betrag der Geschwindigkeit des Flugzeugs? (b) Welche horizontale Entfernung hat das Hilfspaket während seines Flugs zurückgelegt? Wie groß waren (c) die horizontale und (d) die vertikale Komponente seiner Geschwindigkeit, kurz bevor es auf dem Boden auftrifft? **ssm**

38 Beim Frauenvolleyball befindet sich der obere Rand des Netzes in einer Höhe von 2,24 m über dem Boden und das Spielfeld misst auf jeder Seite des Netzes 9,0 m mal 9,0 m. Bei der Angabe schlägt eine Spielerin den Ball in einem Punkt, der sich 3,0 m über dem Boden und in einer horizontalen Entfernung von 8,0 m vom Netz befindet. Die Anfangsgeschwindigkeit des Balls sei horizontal. (a) Wie groß muss der Betrag der Anfangsgeschwindigkeit mindestens sein, damit der Ball über das Netz kommt, und (b) welchen Betrag darf die Anfangsgeschwindigkeit maximal haben, damit der Ball auf der anderen Seite des Netzes noch innerhalb des Spielfelds auf dem Boden landet?

39 Ein Schläger trifft einen Ball in dem Moment, in dem sich der Mittelpunkt des Balls in einer Höhe von 1,22 m über dem Boden befindet. Der Ball verlässt den Schläger in einem Winkel von 45° relativ zum Boden. Mit einem solchen Schlag sollte der Ball eine horizontale Reichweite (also bis zu dem Punkt gemessen, an dem er auf seine Ausgangshöhe zurückkehrt) von 107 m besitzen. (a) Fliegt der Ball über einen 7,32 m hohen Zaun, der sich in einer horizontalen Entfernung von 97,5 m vom Wurfplatz entfernt befindet? (b) Wie die Antwort auf Teil (a) auch ausfallen mag, bestimmen Sie den Abstand zwischen dem oberen Rand des Zauns und dem Mittelpunkt des Balls in dem Augenblick, in dem der Ball den Zaun erreicht. **ssm www**

40 Während des Aufschlags in einem Tennismatch schlägt der Spieler den Ball mit 23,6 m/s, wobei der Mittelpunkt des Balls den Schläger in einer Höhe von 2,37 m über dem Boden horizontal verlässt. Das Netz ist 12 m entfernt und 0,90 m hoch. In dem Moment, in dem der Ball das Netz erreicht, (a) fliegt der Ball über das Netz und (b) wie groß ist der Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Balls und dem oberen Rand des Netzes? Nehmen Sie nun an, dass der Aufschlag wie vorher erfolgt mit dem Unterschied, dass der Ball den Schläger in einem Winkel von 5,00° unterhalb der Horizontalen verlässt. In dem Moment, in dem der Ball das Netz erreicht, (c) fliegt der Ball über das Netz und (d) wie groß ist jetzt der Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Balls und dem oberen Rand des Netzes?

41 Ein American-Football-Spieler gibt einem Ball einen anfänglichen Geschwindigkeitsbetrag von 25 m/s. Innerhalb welcher beider Winkel muss er den Ball abschießen, um von einem 50 m vom Tor entfernten Punkt aus ein Feldtor zu schießen, wenn sich die horizontale Torstange in einer Höhe von 3,44 m über dem Boden befindet? (Wenn Sie dies algebraisch berechnen möchten, benutzen Sie

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1,$$

um eine Beziehung zwischen $\tan^2 \theta$ und $1/\cos^2 \theta$ herzuleiten; setzen Sie dies ein und lösen Sie die daraus resultierende quadratische Gleichung.) ssm

4-7

42 Wie groß ist der Betrag der Beschleunigung eines Sprinters, der mit 10 m/s eine Kurve mit Radius 25 m durchläuft?

43 Ein Erdbeobachtungssatellit bewege sich mit einer Periode von 98,0 min auf einer kreisförmigen Umlaufbahn in einer Höhe von 640 km über der Erdoberfläche. Wie groß sind (a) der Betrag der Geschwindigkeit und (b) der Betrag der Zentripetalbeschleunigung des Satelliten? ssm

44 Ein rotierender Ventilator absolviert 1200 Umdrehungen pro Minute. Betrachten Sie die Spitze eines Ventilatorblatts, das einen Radius von 0,15 m besitzt. (a) Welche Entfernung legt diese Spitze während einer Umdrehung zurück? Wie groß sind (b) der Betrag der Geschwindigkeit der Spitze und (c) der Betrag ihrer Beschleunigung? (d) Wie groß ist die Periode dieser Bewegung?

45 Ein Astronaut rotiere in einer horizontalen Zentrifuge mit Radius 5,0 m. (a) Wie groß ist der Geschwindigkeitsbetrag des Astronauten, wenn die Zentripetalbeschleunigung einen Betrag von $7,0g$ besitzt? (b) Wie viele Umdrehungen pro Minute braucht man, um eine solche Beschleunigung zu erhalten? (c) Wie groß ist die Periode der Bewegung? ssm

46 Ein Karussell auf einem Jahrmarkt rotiert mit einer konstanten Geschwindigkeit um eine vertikale Achse. Ein Fahrgast, der sich am äußeren Rand des Karussells befindet, besitzt einen konstanten Geschwindigkeitsbetrag von 3,66 m/s. Erläutern Sie für jede der folgenden Momentaufnahmen, wie weit und in welche Richtung der Fahrgast vom Mittelpunkt des Karussells entfernt ist. (a) Der Fahrgast unterliegt einer Beschleunigung von $1,83 \text{ m/s}^2$ nach Osten. (b) Der Fahrgast unterliegt einer Beschleunigung von $1,83 \text{ m/s}^2$ nach Süden.

47 (a) Wie groß ist der Betrag der Zentripetalbeschleunigung, die ein Objekt am Äquator aufgrund der Erdrotation besitzt? (b) Wie groß müsste die Periode der Erdrotation sein, damit ein Objekt am Äquator einer Zentripetalbeschleunigung mit einem Betrag von $9,8 \text{ m/s}^2$ unterliegt? ssm www

48 Der französische Schnellzug TGV (*Train à Grande Vitesse*) besitzt eine geplante Durchschnittsgeschwindigkeit von 216 km/h. (a) Wenn der Zug mit diesem Geschwindigkeitsbetrag um eine Kurve fährt und der Betrag der Beschleunigung, der die Passagiere unterliegen dürfen, auf $0,050g$ begrenzt ist, welcher minimale Kurvenradius ist dann gerade noch erlaubt? (b) Mit welchem Geschwindigkeitsbetrag muss der Zug eine Kurve von 1,00 km Radius durchfahren, um die vorgegebene Beschleunigungsgrenze zu erreichen?

49 Ein Riesenrad besitze einen Radius von 15 m und drehe sich in einer Minute fünfmal um seine horizontale Achse. (a) Wie groß ist die Periode der Bewegung? Wie groß ist die

Zentripetalbeschleunigung eines Fahrgasts (b) im höchsten Punkt und (c) im tiefsten Punkt, wenn man davon ausgeht, dass der Fahrgast sich am Ende des 15 m langen Radius befindet? ssm ilw

50 Wenn ein großer Stern zu einer *Supernova* wird, kann sein Kern dabei so stark komprimiert werden, dass er einen *Neutronenstern* mit einem Radius von etwa 20 km bildet (was ungefähr der Größe von San Francisco entspricht). Wenn ein Neutronenstern mit einer Umdrehung pro Sekunde rotiert, (a) wie groß ist dann der Geschwindigkeitsbetrag eines Teilchens auf seinem Äquator und (b) wie groß ist der Betrag der Zentripetalbeschleunigung? (c) Wenn der Neutronenstern schneller rotiert, nehmen die Antworten auf die Teilfragen (a) und (b) zu, nehmen sie ab oder bleiben sie gleich?

51 Ein Junge schleudert einen Stein in einem horizontalen Kreis mit einem Radius von 1,5 m in einer Höhe von 2,0 m über dem ebenen Erdboden. Die Schnur reißt und der Stein fliegt in horizontaler Richtung davon. Er trifft auf dem Boden auf, nachdem er eine horizontale Entfernung von 10,0 m zurückgelegt hat. Wie groß ist der Betrag der Zentripetalbeschleunigung des Steins während der Kreisbewegung? ssm

52 Ein Teilchen P bewegt sich mit konstantem Geschwindigkeitsbetrag auf einem Kreis mit Radius $r = 3,00 \text{ m}$ (Abb. 4-37). Es durchläuft den Kreis einmal in 20,0 s. Zum Zeitpunkt $t = 0$ kommt das Teilchen am Punkt O vorbei. Drücken Sie die folgenden Vektoren in der Betrag-Winkel-Schreibweise aus (der Winkel sollte relativ zur positiven Richtung der x -Achse angegeben werden). Bestimmen Sie den Ortsvektor des Teilchens relativ zu O zu den folgenden Zeiten t : (a) 5,00 s, (b) 7,50 s und (c) 10,0 s.

(d) Bestimmen Sie die Verschiebung des Teilchens während des 5,00 s langen Zeitintervalls vom Ende der fünften Sekunde bis zum Ende der zehnten Sekunde. (e) Ermitteln Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit während dieses Zeitintervalls. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Teilchens (f) am Anfang und (g) am Ende dieses 5,00 s langen Intervalls. Ermitteln Sie schließlich die Beschleunigung (h) am Anfang und (i) am Ende des Intervalls.

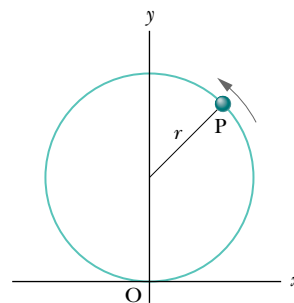


Abb. 4-37: Aufgabe 52

4-8

53 Ein Kameramann sitzt in einem Jeep, der mit 20 km/h nach Westen fährt. Er filmt einen Geparden, der sich 30 km/h schneller als der Jeep ebenfalls nach Westen

bewegt. Auf einmal hält der Gepard an, dreht um und läuft mit 45 km/h nach Osten, wie ein plötzlich nervös gewordenes Mitglied der Kameracrew am Wegesrand gerade noch messen kann. Der Gepard braucht 2,0 s, um seine Geschwindigkeit zu verändern. Wie groß ist die Beschleunigung des Geparden aus der Sicht (a) des Kameramanns und (b) des nervösen Crewmitglieds?

54 Ein Boot bewegt sich mit 14 km/h relativ zum Wasser eines Flusses stromaufwärts. Das Wasser fließt mit 9 km/h relativ zum Erdboden. (a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Boots relativ zum Erdboden? (b) Ein Kind läuft mit 6 km/h relativ zum Boot vom vorderen zum hinteren Ende des Boots. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Kindes relativ zum Erdboden?

55 Eine Person erklimmt eine stehende, 15 m lange Rolltreppe in 90 s. Bewegt sich die Rolltreppe wieder, so wird die – stehende – Person in 60 s hinaufgetragen. Wie lange würde diese Person brauchen, um die sich bewegende Rolltreppe hinaufzulaufen? Hängt die Antwort von der Länge der Rolltreppe ab?

ssm

4-9

56 Ein Rugbyspieler darf einem seiner Teamkollegen den Ball zuwerfen, solange dieser Pass nicht „vorwärts“ erfolgt (d. h., der Ball darf keine Geschwindigkeitskomponente besitzen, die parallel zur Längsseite des Spielfelds verläuft und in Richtung des Tors der gegnerischen Mannschaft zeigt). Nehmen Sie an, ein Spieler läuft mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 4,0 m/s parallel zur Längsseite des Felds auf das gegnerische Tor zu. Dabei spielt er den Ball mit einem Geschwindigkeitsbetrag von 6,0 m/s relativ zu sich selbst einem Teamkollegen zu. Wie groß ist der kleinste Winkel relativ zur Vorwärtsrichtung, in dem der Pass gerade noch erlaubt ist?

57 Es schneit. Die Schneeflocken fallen mit einem konstanten Geschwindigkeitsbetrag von 8,0 m/s senkrecht nach unten. In welchem Winkel scheinen die Schneeflocken aus der Sicht eines Autofahrers zu fallen, dessen Auto mit 50 km/h eine gerade, horizontale Straße entlangfährt?

ssm

58 Zwei Straßen kreuzen sich wie in Abb. 4-38 gezeigt. In dem dargestellten Augenblick befindet sich ein Polizeiwagen P 800 m von der Kreuzung entfernt, er bewegt sich mit 80 km/h. Ein Autofahrer M befindet sich in 600 m Entfernung von der Kreuzung, er fährt mit 60 km/h. (a) Wie lautet die Geschwindigkeit des Autofahrers relativ zum Polizeiwagen in der Einheitsvektorschreibweise? (b) Wie verläuft in dem in Abb. 4-38 dargestellten Moment die Richtung der Geschwindigkeit aus (a) im Vergleich zur Sichtlinie zwischen den beiden Autos? (c) Wenn die Autos ihre jeweiligen Geschwindigkeiten beibehalten, ändern sich die Antworten auf die Teilfragen (a) und (b), je mehr sich die Autos der Kreuzung nähern?

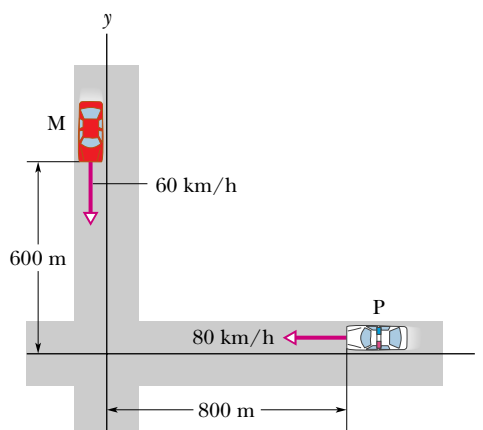


Abb. 4-38: Aufgabe 58

59 Ein Zug fährt während eines Regenschauers mit 30 m/s (relativ zum Erdboden) nach Süden. Die Regentropfen werden vom Wind ebenfalls nach Süden geblasen. Ein regungsloser Beobachter am Boden stellt fest, dass die Bahn eines jeden Regentropfens einen Winkel von 70° mit der Senkrechten bildet. Ein zweiter Beobachter, der sich im Zug befindet, sieht die Regentropfen jedoch genau senkrecht nach unten fallen. Bestimmen Sie den Geschwindigkeitsbetrag der Regentropfen relativ zum Erdboden.

ssm

60 Ein Schiff A befinde sich 4,0 km nördlich und 2,5 km östlich von Schiff B. Das Schiff A bewege sich mit einer Geschwindigkeit von 22 km/h Richtung Süden, das Schiff B besitze eine Geschwindigkeit von 40 km/h in eine Richtung von 37° nördlich von Osten. (a) Wie lautet die Geschwindigkeit von A relativ zu B? (Geben Sie Ihre Antwort anhand der Einheitsvektoren \vec{e}_x und \vec{e}_y an, wobei \vec{e}_x nach Osten zeigt.) (b) Geben Sie (anhand von \vec{e}_x und \vec{e}_y) die Position von A relativ zu B als Funktion von t an, wobei $t = 0$ in dem Moment, in dem sich die Schiffe in der oben beschriebenen Position befinden. (c) Zu welchem Zeitpunkt ist der Abstand zwischen den Schiffen am geringsten? (d) Wie groß ist dieser kleinste Abstand zwischen den Schiffen?

61 Zwei Schiffe A und B laufen zur selben Zeit aus dem Hafen aus. Das Schiff A fährt mit 24 Knoten nach Nordwesten, während sich das Schiff B mit 28 Knoten in eine Richtung von 40° westlich von Süden bewegt. (1 Knoten = 1 Seemeile pro Stunde; siehe Anhang D.) (a) Wie lauten Betrag und Richtung der Geschwindigkeit von Schiff A relativ zu B? (b) Nach welcher Zeit befinden sich die Schiffe in einem Abstand von 160 Seemeilen? (c) Wie lautet die Peilung von B (die Richtung der Position von B) relativ zu A zu diesem Zeitpunkt?

ssm ilw

62 Ein hölzerner Güterwagen bewegt sich mit einer Geschwindigkeit v_1 entlang eines geraden Gleises. Ein Heckenschütze feuert aus einem Hochleistungsgewehr eine Kugel (mit Anfangsgeschwindigkeit v_2) auf den Wagen ab. Die Kugel durchschlägt beide Längsseiten des Güterwagens, wobei sich die Eintritts- und die Austrittsöffnungen vom Inneren des Wagens aus gesehen genau gegenüber liegen. Aus welcher Richtung relativ zu den Gleisen wurde die Kugel abgefeuert? Nehmen Sie an, dass die Kugel bei ihrem Aufprall

nicht abgelenkt wurde, ihre Geschwindigkeit sich dabei jedoch um 20 % verringert hat. Es seien $v_1 = 85 \text{ km/h}$ und $v_2 = 650 \text{ m/s}$. (Warum brauchen Sie die Breite des Güterwagens für diese Aufgabe nicht zu kennen?)

63 Ein 200 m breiter Fluss fließt mit einem gleichförmigen Geschwindigkeitsbetrag von $1,1 \text{ m/s}$ durch einen Dschungel in Richtung Osten. Ein Abenteurer möchte den Fluss von einer kleinen Lichtung am südlichen Ufer aus in einem Motorboot überqueren, das sich mit einem konstanten Geschwindigkeitsbetrag von $4,0 \text{ m/s}$ relativ zum Wasser bewegt. Am nördlichen Ufer befindet sich 82 m stromaufwärts von dem Punkt, der der Lichtung am Südufer direkt gegenüberliegt, eine zweite Lichtung. (a) In welche Richtung muss das Boot zeigen, damit es sich in einer geraden Linie bewegt und genau bei der zweiten Lichtung am Nordufer ankommt? (b) Wie lange braucht das Boot, um den Fluss zu überqueren und an der Lichtung zu landen?

Zusätzliche Aufgabe

64 Ein großer metallischer Asteroid trifft die Erde und wirft in dem Felsgestein unterhalb der Erdoberfläche einen gewaltigen Krater auf, aus dem Gesteinsbrocken nach oben und nach außen geschleudert werden. Die folgende Tabelle gibt fünf Paare von Wurfgeschwindigkeiten und -winkeln (relativ zur Horizontalen) für solche Felsbrocken an; die Angaben beruhen auf einem Modell für Kraterbildung. (Außerdem werden weitere Gesteinsbrocken mit mittleren Geschwindigkeiten und Winkeln herausgeschleudert.) Nehmen Sie an, Sie

Wurf	Geschwindigkeit (m/s)	Winkel (Grad)
A	520	14,0
B	630	16,0
C	750	18,0
D	870	20,0
E	1000	22,0

befinden sich zu dem Zeitpunkt $t = 0$, zu dem der Asteroid bei $x = 0$ einschlägt, am Punkt $x = 20 \text{ km}$ (Abb. 4-39). (a) Wie lauten die x - und y -Koordinaten der Felsen, die mit den Anfangsbedingungen A bis E in Ihre Richtung fliegen, zum Zeitpunkt $t = 20 \text{ s}$? (b) Tragen Sie diese Koordinaten auf und zeichnen Sie eine Kurve durch diese Punkte, um auch Gesteinsbrocken mit mittleren Anfangsgeschwindigkeiten und -winkeln zu erfassen. Diese Kurve sollte Ihnen eine Ahnung davon vermitteln, was Sie sehen würden, wenn Sie aufblicken und den Gesteinsschauer auf sich zukommen sehen – und davon, was die Dinosaurier vor langer Zeit während der Asteroideneinschläge beobachtet haben müssen.

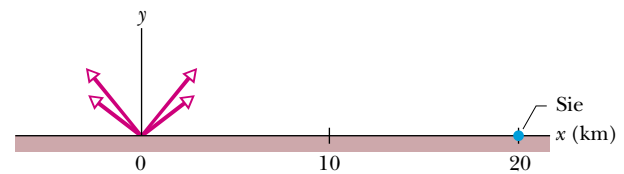


Abb. 4-39: Aufgabe 64