Engaging Physics Tutoring

Clicker Runde

Lektion 8 – Impuls- & Drehimpulserhaltung. Stösse.

Konzepte

Impuls

- Der Impulsübertrag beim Kraftstoss hängt ab vom Kraftverlauf und der Dauer des Stosses. (1, 4)
- Ändert ein Körper eine seine Bewegungsrichtung um 180° erfährt er den doppelten Impulsübertrag (2, 5)
- Bei elastischen Stössen gilt $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$. (6)

Hookesches Gesetz

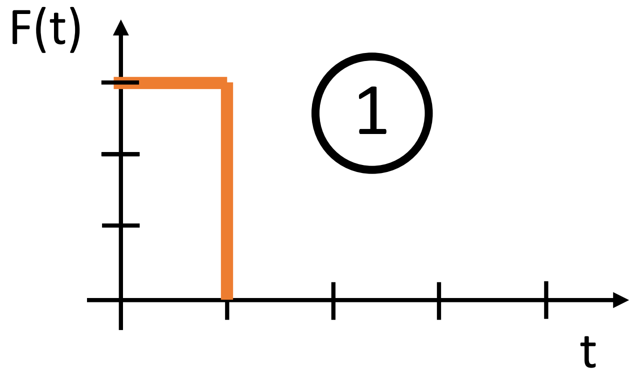
- Beim Hookeschen Gesetz steigt die Kraft mit der Auslenkung proportional (3)

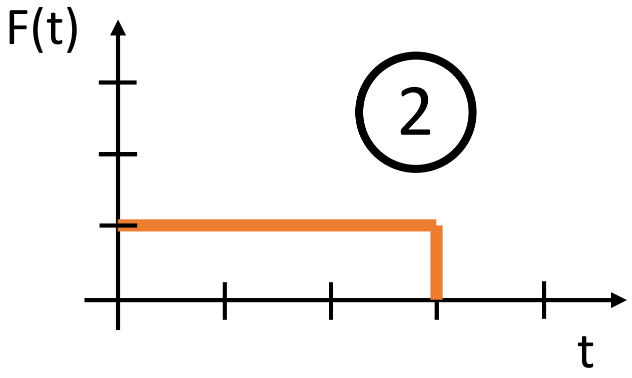
Drehimpuls & Drehmoment

- Drehimpulserhaltung gilt nur wenn keine Energie dissipiert wird. Wird keine Energie dissipiert, ist der Drehimpuls im System die ganze Zeit erhalten. (7,8)
- Kräfte entlang des Radius eines Körpers üben keine Drehmomente aus. (9)

Frage 1

Beim Training analysiert Mujinga Kambundji ihren Start. Gezeigt sind die F-t Diagramme von zwei Starts. Nach welchem Start hat sie die grössere Endgeschwindigkeit?



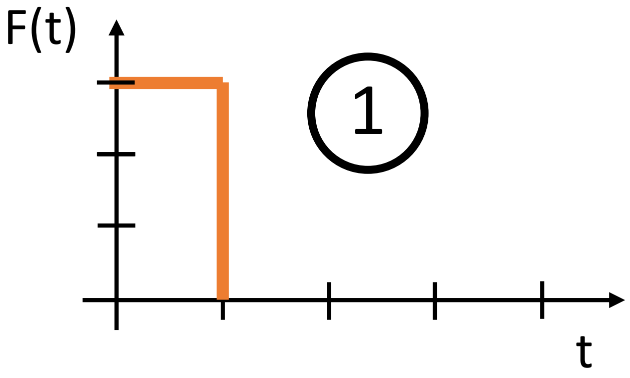


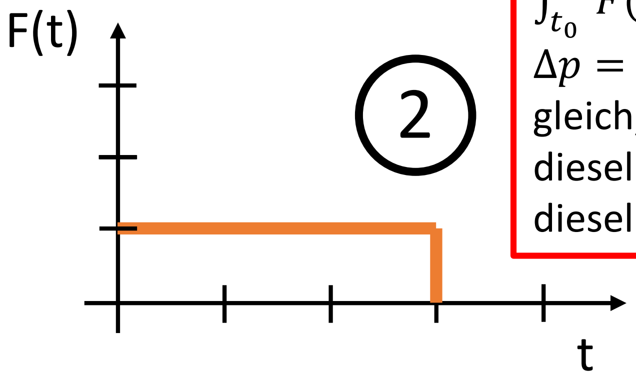
a) 1
b) 2
c) Beide gleich.
d) Kann man nicht sagen, ohne den Weg zu kennen, den sie beim Start zurückgelegt hat.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 1

Beim Training analysiert Mujinga Kambundji ihren Start. Gezeigt sind die F-t diagramme von zwei Starts. Nach welchem Start hat sie die grössere Endgeschwindigkeit?





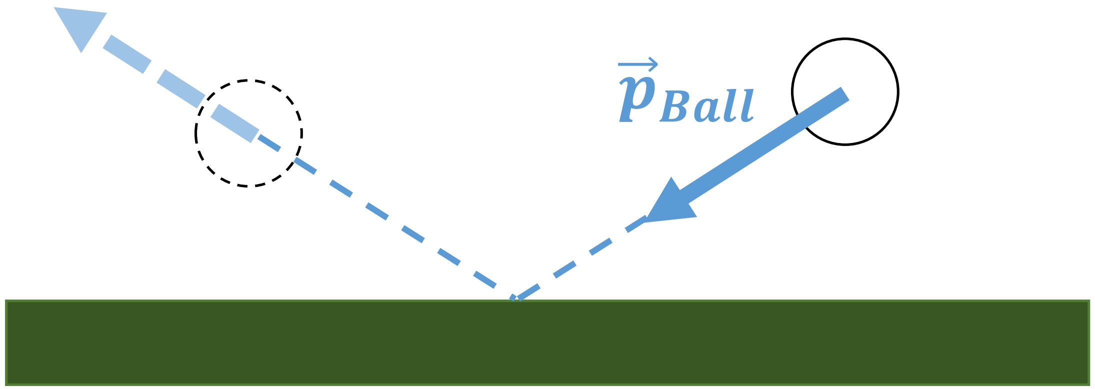
Beim Kraftstoss gilt allgemein $\Delta \mathrm{p} = \int_{t_0}^{t_1} F(t)dt$ und hier, da F=const gilt $\Delta p = F \cdot \Delta t$. Das ist bei beiden gleich, d.h. Kambundji bekommt dieselbe Impulsänderung, also dieselbe Geschwindigkeit.

a) 1
b) 2
c) Beide gleich.
d) Kann man nicht sagen, ohne den Weg zu kennen, den sie beim Start zurückgelegt hat.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 2

Ein Ping-Pong-Ball fliegt mit Impuls $\vec{p}_{Ball}$ und stösst elastisch mit dem Tisch zusammen, wie gezeigt. Wie gross ist der Betrag der Impulsänderung $|\Delta\vec{p}|$, welche der Ball erfährt?



a) $|\Delta\vec{p}| = |\vec{p}_{Ball}|$
b) $|\Delta\vec{p}| < 2|\vec{p}_{Ball}|$
c) $|\Delta\vec{p}| = 2|\vec{p}_{Ball}|$
d) $|\Delta\vec{p}| > |\vec{p}_{Ball}|$

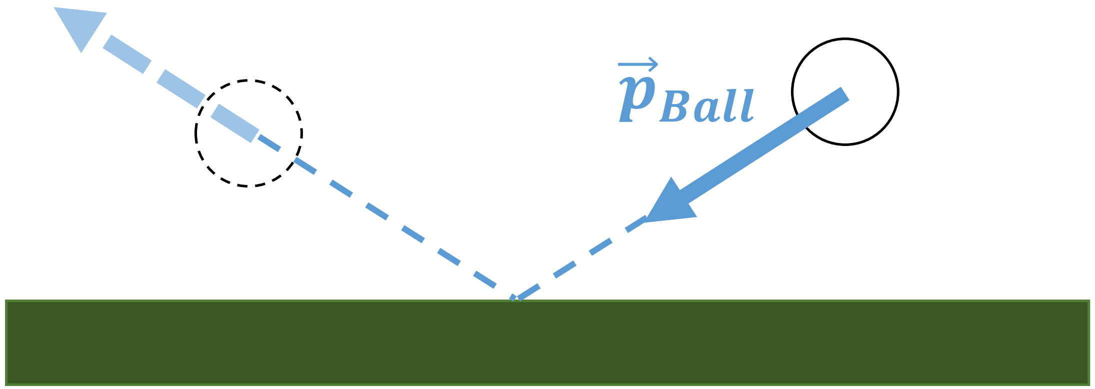
Frage 2

Der Ball hat $\vec{p}_{Ball} = (p_x, p_y)$. Die Impulsänderung durch den Tisch ist:

$$\Delta p_x = 0$$
$$\Delta p_y = -2p_y$$

→ $\Delta\vec{p} = (0, -2p_y)$ und wir sehen, dass $|\Delta\vec{p}| = 2p_y < 2\sqrt{p_x^2 + p_y^2}$.

Ein Ping-Pong-Ball fliegt mit Impuls $\vec{p}_{Ball}$ und stösst elastisch mit dem Tisch zusammen, wie gezeigt. Wie gross ist der Betrag der Impulsänderung $|\Delta\vec{p}|$, welche der Ball erfährt?



a) $|\Delta\vec{p}| = |\vec{p}_{Ball}|$

b) $|\Delta\vec{p}| < 2|\vec{p}_{Ball}|$

c) $|\Delta\vec{p}| = 2|\vec{p}_{Ball}|$

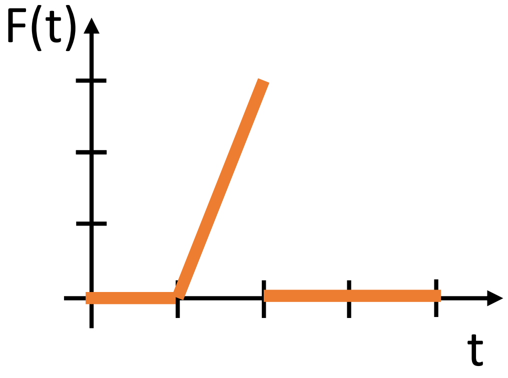
d) $|\Delta\vec{p}| > |\vec{p}_{Ball}|$

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

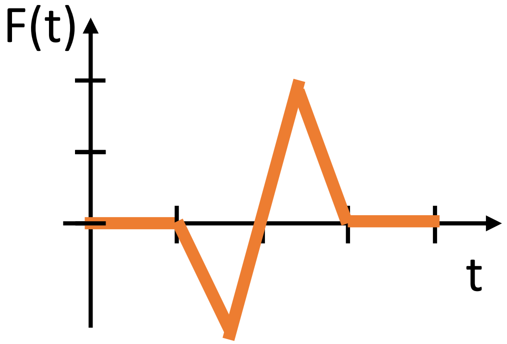
Frage 3

Roger Federer konzentriert sich am Aufschlag: Er lässt den Ball ein Paar mal auf den Boden elastisch «ditschen». Wie muss das F-t Diagramm der Kraft, welche der Ball erfährt, ungefähr aussehen?

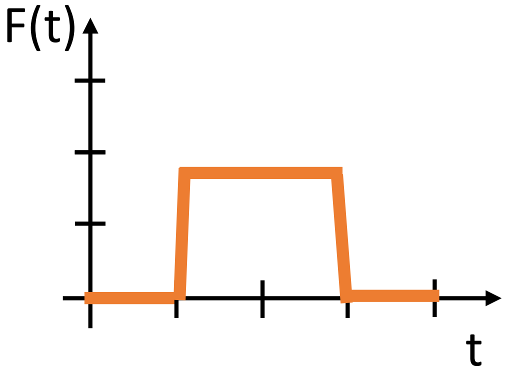
a)



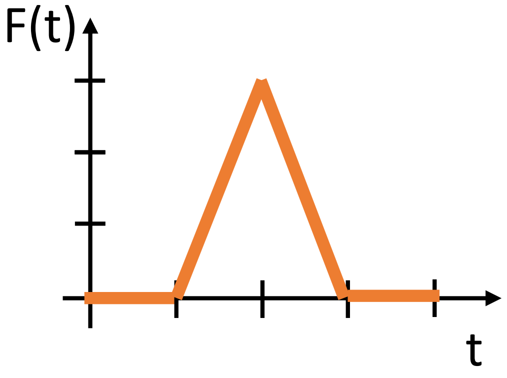
b)



c)

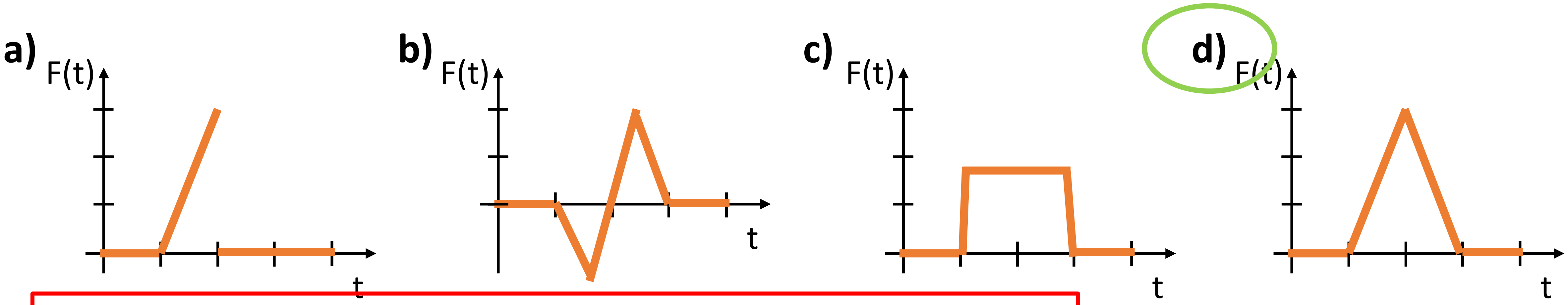


d)



Frage 3

Roger Federer konzentriert sich am Aufschlag: Er «ditscht» den Ball einmal auf dem Boden bevor er serviert. Wie muss das F-t Diagramm der Kraft, welche der Ball dabei erfährt, ungefähr aussehen?



a) nicht, weil so der Ball dann nach der maximalen Krafteinwirkung (also maximale Kompression) plötzlich keine Kraft mehr spüren würde.
b) nicht, weil die Kraft des Bodens immer in dieselbe Richtung zeigt
c) nicht, weil die Kraft des Bodens nicht konstant sein kann. Der Ball deformiert sich und es muss ungefähr ein Hooke'sches Gesetz gelten.

Frage 4

Autopanne! Das Auto wird während 1 s mit der Kraft F geschoben und erreicht die Geschwindigkeit v. Wie lange müsste das Auto mit F/2 geschoben werden, um wieder v zu erreichen?

a) 0.5 s
b) 2 s
c) 4 s
d) Man muss die Masse kennen.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 4

Autopanne! Das Auto wird während 1 s mit der Kraft F geschoben und erreicht die Geschwindigkeit v. Wie lange müsste das Auto mit F/2 geschoben werden, um wieder v zu erreichen?

Der Kraftstoss ergibt $\Delta p = m \cdot \Delta v = F \cdot \Delta t = F \cdot 1s = m \cdot \Delta v$

Für den gefragten Fall gilt $\Delta p = m \cdot \Delta v = \frac{F}{2} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 2s$

Insbesondere muss man die Masse nicht kennen, solange sie in beiden Fällen gleich ist!

a) 0.5 s
b) 2 s
c) 4 s
d) Man muss die Masse kennen.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 5

Es ist ein schöner Tag, ich sitze im Liegestuhl auf der Veranda und geniesse das Leben. Leider habe ich vergessen die Veranda-Türe zu schliessen (Fliegen und so...). Ich habe absolut keine Lust aufzustehen und glücklicherweise habe ich 2 Bälle neben mir liegen: 1) ein perfekt klebriger Ball, 2) ein perfekt elastischer Flummi. Beide haben dieselbe Masse. Welchen sollte ich werfen, damit die Tür sicher zugeht?

a) Den klebrigen Ball.
b) Den elastischen Flummi.
c) Ist egal.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 5

Es ist ein schöner Tag, ich sitze im Liegestuhl auf der Veranda und geniesse das Leben. Leider habe ich vergessen die Veranda-Türe zu schliessen (Fliegen und so...). Ich habe absolut keine Lust aufzustehen und glücklicherweise habe ich 2 Bälle neben mir liegen: 1) ein perfekt klebriger Ball, 2) ein perfekt elastischer Flummi. Beide haben dieselbe Masse. Welchen sollte ich werfen, damit die Tür sicher zugeht?

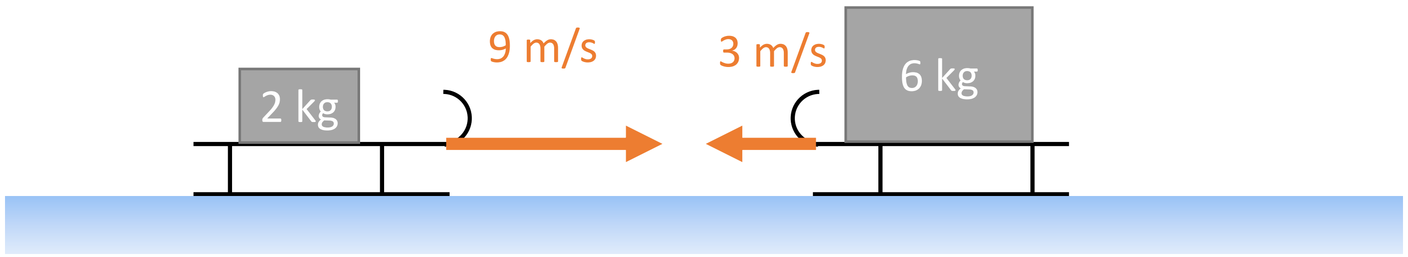
a) Den klebrigen Ball.
b) Den elastischen Flummi.
c) Ist egal.

Der maximale Impulsübertrag des klebrigen Balles ist $\Delta p = p_{Ball}$.
Der maximale Impulsübertrag des Flummis ist allerdings $|\Delta p| = 2p_{Ball}$ weil er ja nicht nur gestoppt wird, sondern mit $\vec{p}'_{Ball} = -\vec{p}_{Ball}$ von der Tür zurückkommt.
Der Flummi ist also die bessere Wahl.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 6

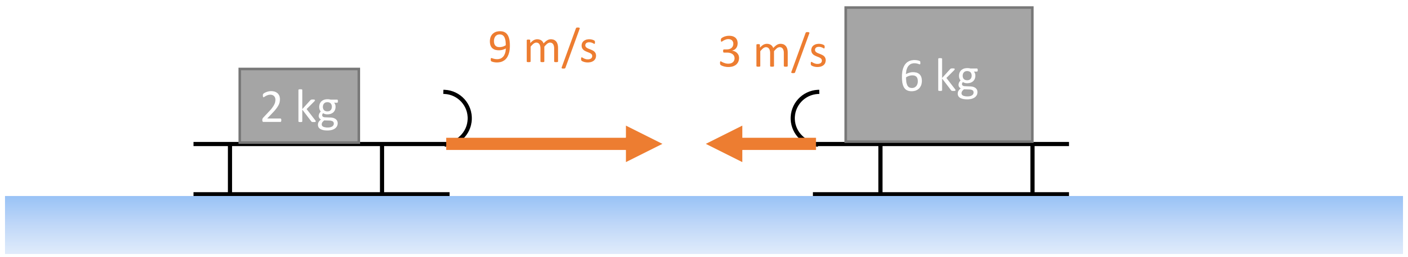
Zwei Schlitten rutschen auf dem Eis und stossen zusammen. Sie bleiben in einander stecken. Wie gross ist die Geschwindigkeit der beiden Schlitten am Ende?



a) -2 m/s
b) 0 m/s
c) 2 m/s
d) Kann man nicht sagen ohne die Deformationsenergie zu kennen.

Frage 6

Zwei Schlitten rutschen auf dem Eis und stossen zusammen. Sie bleiben in einander stecken. Wie gross ist die Geschwindigkeit der beiden Schlitten am Ende?



a) -2 m/s
b) 0 m/s
c) 2 m/s
d) Kann man nicht sagen ohne die Deformationsenergie zu kennen.

$$\boxed{\vec{p}_1 = \binom{p_1}{0} = \begin{pmatrix} 18\,\frac{kg\cdot m}{s} \\ 0 \end{pmatrix} \,\&\, \vec{p}_2 = \begin{pmatrix} -18\,\frac{kg\cdot m}{s} \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{0}.}$$

Frage 7

Die Internationale Raumstation ISS kreist in 415 km Höhe um die Erde. Dort spürt sie immer noch ein bisschen Reibung durch die Atmosphäre und wird dadurch langsamer. Warum ist das ein Problem?

a) Der Orbit wird dadurch niedriger und sie kommt der Erde langsam zu nahe.
b) Der Orbit wird dadurch höher und sie fliegt langsam von der Erde weg.
c) Der Orbit bleibt zwar gleich, aber sie wird zu langsam und kann nicht mehr von anderen Raketen Vorräte bekommen.
d) Der Orbit bleibt zwar gleich, aber sie fängt an zu rotieren.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 7

Drehimpuls-Erhaltung gilt hier nicht, weil E_{kin} durch Reibung verloren geht und somit Drehimpuls auf die Erdatmosphäre übertragen wird. Kleinere Umlaufgeschwindigkeit heisst, dass die Erde die ISS wieder «einfangen» kann und sie auf die Erde stürzen wird.

Zu b): es stimmt, dass die Bedingung für einen Kreisförmigen Orbit $v = \sqrt{\frac{MG}{r}}$ ist, und somit der Radius vermeintlich steigen könnte. Allerdings ist das die Antwort auf eine andere Frage: «Mit welcher Geschwindigkeit muss man bei gegebenem Radius r fliegen um eine Kreisbahn zu erhalten?» Dadurch dass die ISS abbremst hat sie aber keine Kreisbahn mehr.

Zu c): egal, das könnten die Raketen ausgleichen.

Zu d): nein, die Atmosphäre (Gas) übt gleichmässig Reibung auf die ISS aus.

Schönes Video welches so ein Korrekturmanöver in Aktion zeigt:
https://www.youtube.com/watch?v=cmHamp0IlyE

Die Internationale Raumstatio
spürt sie immer noch ein bissc
dadurch langsamer. Warum ist

a) Der Orbit wird dadurch niedriger und sie kommt der Erde langsam zu nahe.

b) Der Orbit wird dadurch höher und sie fliegt langsam von der Erde weg.

c) Der Orbit bleibt zwar gleich, aber sie wird zu langsam und kann nicht mehr von anderen Raketen Vorräte bekommen.

d) Der Orbit bleibt zwar gleich, aber sie fängt an zu rotieren.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 8

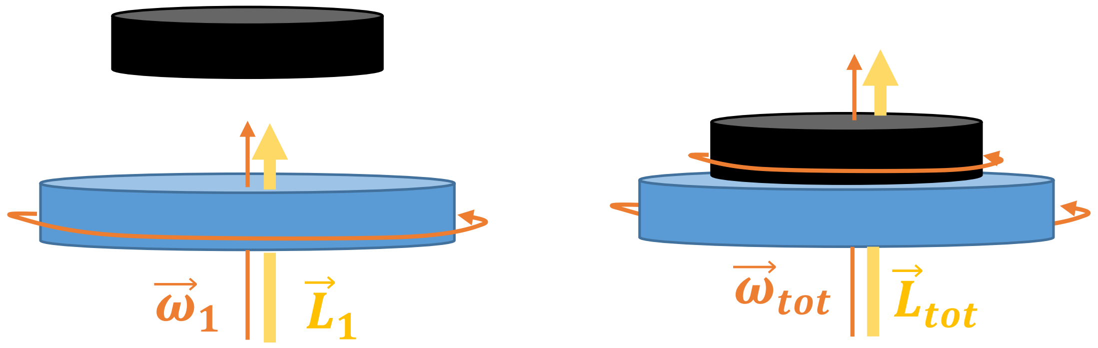
Scheibe 1 dreht sich mit Drehimpuls $\vec{L}_1$. Nun wird Scheibe 2 (ruhend) auf Scheibe 1 fallen gelassen und beide Scheiben rotieren dann zusammen. Welche Aussage stimmt? Verluste durch Reibung können vernachlässigt werden.

a) $\left|\vec{L}_{tot}\right| > \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$

b) $\left|\vec{L}_{tot}\right| < \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$

c) $\left|\vec{L}_{tot}\right| = \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} = \omega_1$

d) $\left|\vec{L}_{tot}\right| = \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$



Frage 8

Da Reibung explizit vernachlässigt werden kann, ist L erhalten.
Zu c): ω wird sicher kleiner, da derselbe Drehimpuls mit beiden Massen geliefert werden muss!

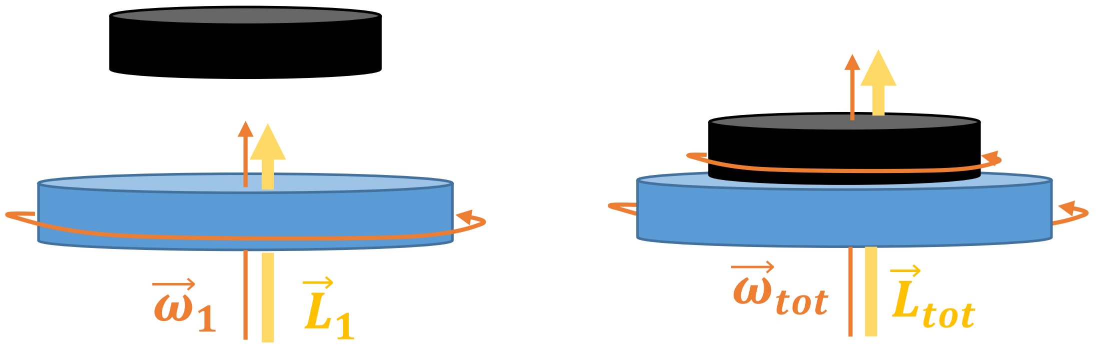
Scheibe 1 dreht sich mit Drehimpuls $\vec{L}_1$. Nun wird Scheibe 2 (ruhend) auf Scheibe 1 fallen gelassen und beide Scheiben rotieren dann zusammen. Welche Aussage stimmt? Verluste durch Reibung können vernachlässigt werden.

a) $\left|\vec{L}_{tot}\right| > \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$

b) $\left|\vec{L}_{tot}\right| < \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$

c) $\left|\vec{L}_{tot}\right| = \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} = \omega_1$

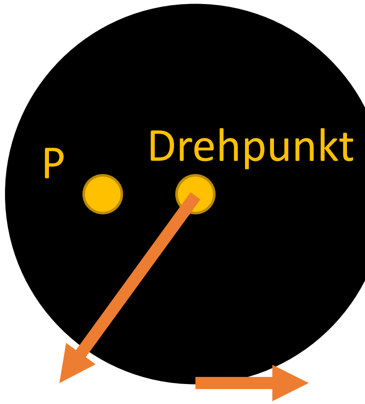
d) $\left|\vec{L}_{tot}\right| = \left|\vec{L}_1\right| \rightarrow \omega_{tot} < \omega_1$



ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 9

Gezeigt ist eine Scheibe, an der 2 Kräfte wirken. Welche 3. Kraft muss im Punkt P angreifen, damit das resultierende Drehmoment = 0 ist?



a) 

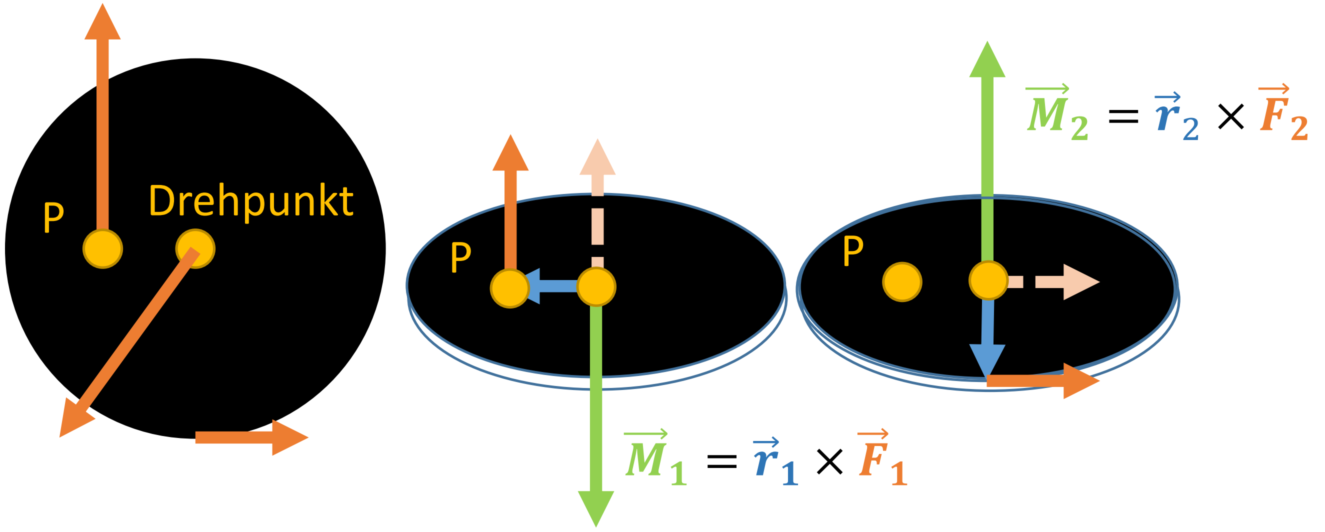
b) 

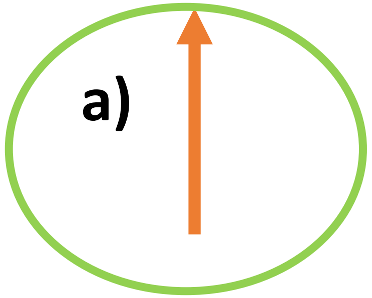
c) 

d) 

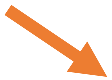
Frage 9

Gezeigt ist eine Scheibe, an der 2 Kräfte wirken. Welche 3. Kraft muss im Punkt P angreifen, damit das resultierende Drehmoment = 0 ist?



a) 

b) 

c) 

d) 

Drehmoment: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

→ Wir suchen eine Kraft, welche dazu führt, dass sich alle Drehmomente aufheben

b) nicht, weil radiale Kräfte kein Drehmoment ausüben

c) nicht, weil diese Kraft ein zusätzliches Drehmoment kreiert (nutze Rechte Hand Regel)

d) nicht, siehe c)

Zu a) die Kraft setzt am halben Radius an, muss also auch doppelt so gross wie die gegebene Kraft sein.

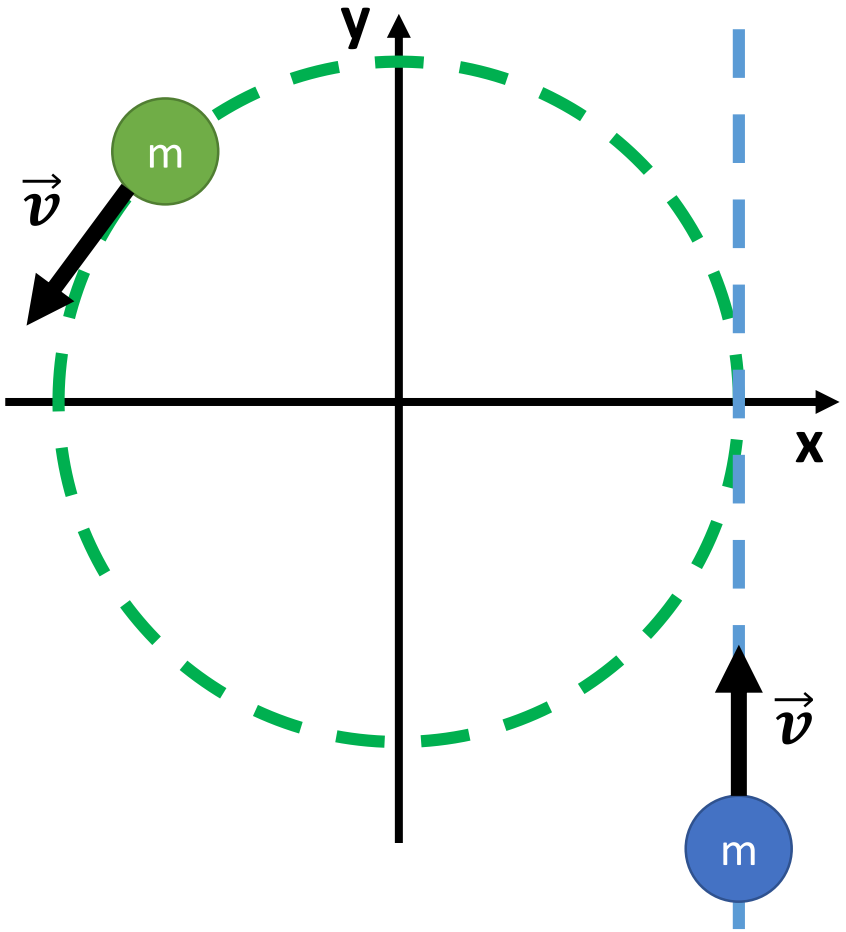
Frage 10

Beide Kugeln haben einen Drehimpuls um den Ursprung herum. Welche Aussage stimmt?

a) $\left|\vec{L}_{grün}\right| < \left|\vec{L}_{blau}\right|$

b) $\left|\vec{L}_{grün}\right| = \left|\vec{L}_{blau}\right|$

c) $\left|\vec{L}_{grün}\right| > \left|\vec{L}_{blau}\right|$



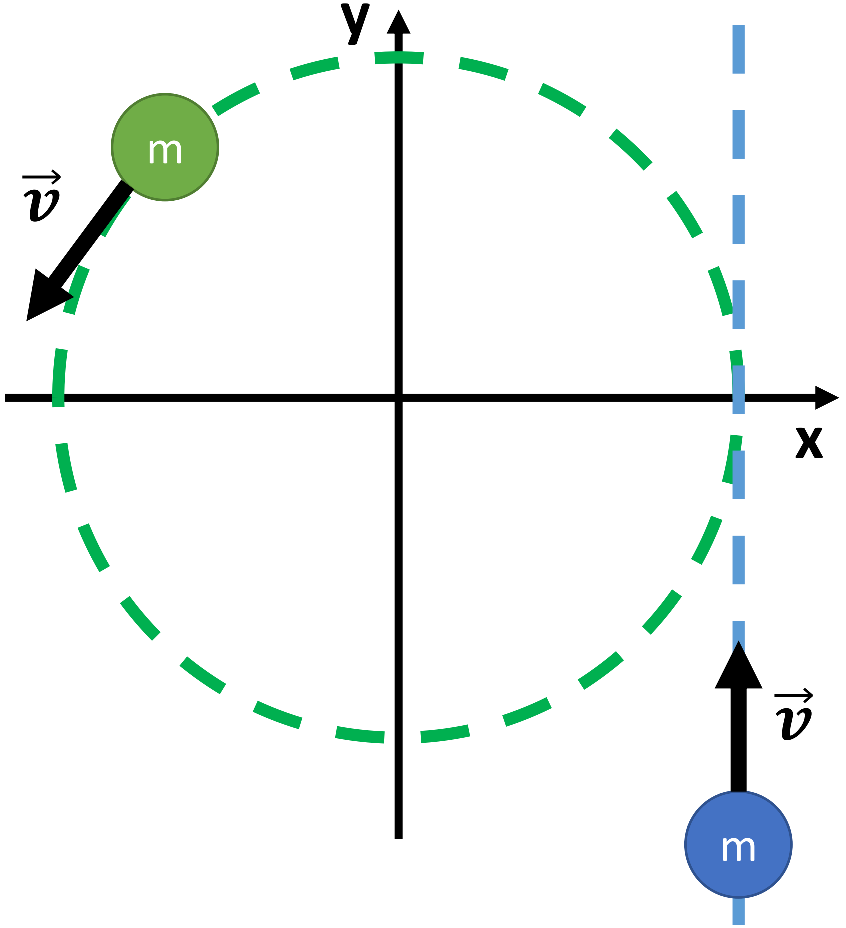
Frage 10

Beide Kugeln haben einen Drehimpuls um den Ursprung herum.
Welche Aussage stimmt?

a) $\left|\vec{L}_{grün}\right| < \left|\vec{L}_{blau}\right|$

b) $\left|\vec{L}_{grün}\right| = \left|\vec{L}_{blau}\right|$

c) $\left|\vec{L}_{grün}\right| > \left|\vec{L}_{blau}\right|$



Drehimpuls ist erhalten, und am Punk (x,0) haben klarerweise beide denselben Drehimpuls