

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUL PODSTAWY BIOMECHANIKI  
Jednostka dydaktyczna B: SIŁA I NACISK



## SPIS TREŚCI

- Podstawowe zmienne kinetyczne
- -----
- Sprawdź swoją wiedzę w zakresie równań kinetycznych

# PODSTAWOWE RÓWNANIA KONETYCZNE

## Kinetyka odpowiada na pytania, dlaczego ciało się porusza

**Siła** to wielkość fizyczna będąca miarą oddziaływań fizycznych między ciałami umożliwiając ilościowe określenie przyczyn zmian w ruchu ciał.

$$\vec{F} = m\vec{a} = \text{masa} * \text{przyspieszenie}$$

**Energia** jest miarą zdolności kogoś lub czegoś do wykonywania pracy.

**Energia kinetyczna** ( $E_K$ ): Energia, którą obiekt posiada dzięki swojemu ruchowi.

$$\text{Energia Kinetyczna: } \frac{1}{2}mv^2$$

**Energia potencjalna** ( $E_p$ ): Energia, która wynika z położenia lub konfiguracji.

$$\text{Energia potencjalna} = mgh$$

**Praca:** Praca jest wykonywana przez siłę wówczas, gdy w momencie działania siły następuje ruch punktu w kierunku działania siły (występuje ten sam kierunek lub składowa siły ma ten sam kierunek).

$$\text{Praca} = F\Delta d \cos\theta$$

**Moc** jest definiowana jako szybkość wykonywania pracy lub szybkość zużywania energii.

$$\text{Moc} = \frac{\text{Praca}}{\text{czas}} = \frac{\text{Siła} * \text{odległość} * \cos\theta}{\text{czas}} = \text{Siła} * \text{prędkość} * \cos\theta$$

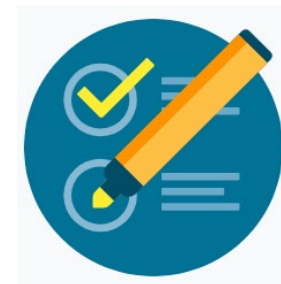
**Moment siły** definiuje się jako pomiar ruchu obrotowego wywołanego przez siłę zdolną do powodowania ruchu obrotowego wokół osi.

$$\text{Moment siły}(\tau) = F * r * \sin\theta$$

## PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH

### Energia kinetyczna

<https://www.khanacademy.org/science/ap-physics-1/ap-work-and-energy/kinetic-energy-ap/e/kinetic-energy-exercises-ap1?modal=1>



### Zmiana energii potencjalnej grawitacji

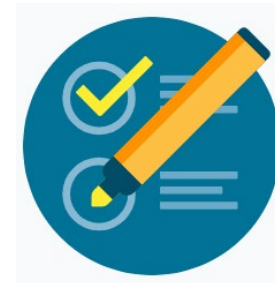
<https://www.khanacademy.org/science/ap-physics-1/ap-work-and-energy/conservative-forces-and-gravitational-potential-energy-ap/e/gravitational-potential-energy-ap-physics-1?modal=1>



# PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH

## Praca wykonana przez siłę

<https://www.khanacademy.org/science/ap-physics-1/ap-work-and-energy/introduction-to-work-ap/e/work-equation-ap-physics-1?modal=1>

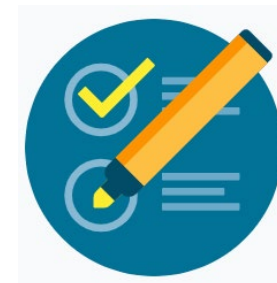


## Moment siły

<https://www.khanacademy.org/science/ap-physics-1/ap-torque-angular-momentum/torque-and-equilibrium-ap/e/torque-calculations-ap-physics-1>



## PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH



### Energia kinetyczna

#### PYTANIE 1

2 kg świnka morska biegnie z prędkością  $1.0 \frac{m}{s}$

Jaka jest energia kinetyczna świnki morskiej?

Odpowiedź zaokrąglij do dwóch miejsc po przecinku.

 *J*

#### PYTANIE 2

Słoń kopie 5 kg kamień z energią kinetyczną wynoszącą 150 J.

Jaka jest prędkość kamienia?

Odpowiedź zaokrąglij do dwóch miejsc po przecinku.

  $\frac{m}{s}$ 



## RÓWNANIA KINETYCZNE - ROZWIĄZANIA

### Energia kinetyczna

PYTANIE 1: ROZWIĄZANIE

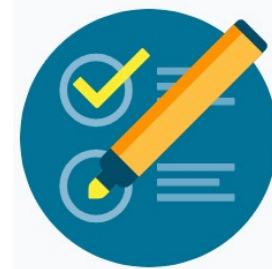
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$
$$= \frac{1}{2}(2.0 \text{ kg})(1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$
$$= 1.0 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$= 1.0 \text{ J}$$



PYTANIE 2: ROZWIĄZANIE

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$
$$v^2 = \frac{2K}{m}$$
$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$
$$= \sqrt{\frac{2(150 \text{ J})}{5.0 \text{ kg}}}$$
$$= \sqrt{\frac{2 \left( 150 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \right)}{5.0 \text{ kg}}}$$
$$= \sqrt{60 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$$
$$= 7.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

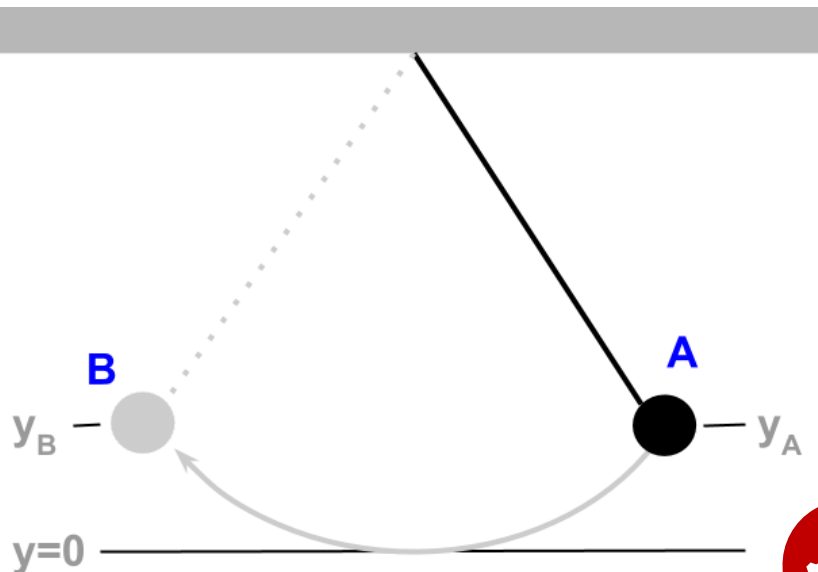


## PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH

### Zmiana energii potencjalnej grawitacji

#### PYTANIE 3

Wahadło o masie 1,5 kg wychyla się z punktu A z wysokości  $y_A = 0.10$  m do punktu B na tę samą wysokość  $y_B$ . Wysokości te są odniesione do wysokości najniższej.

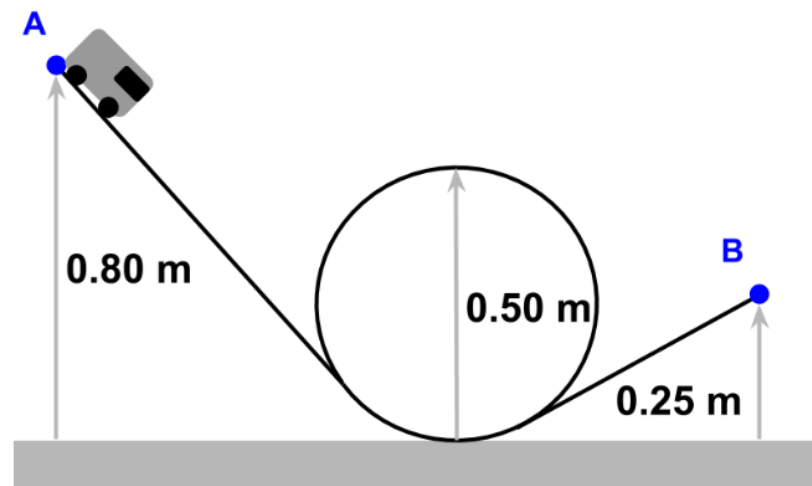


Ile wynosi zmiana energii potencjalnej grawitacji z punktu A do punktu B?



#### PYTANIE 4

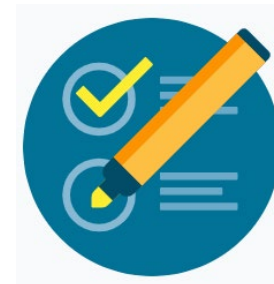
Zabawkowy samochodzik o masie 1,0 kg jest puszczonej po torze o zerowym tarcu z lewej strony. Samochód startuje z wysokości 0,80 m, przejeżdża przez pętlę o średnicy 0,50 m i wjeżdża na rampę na wysokość 0,25 m.



Ile wynosi zmiana energii potencjalnej grawitacji samochodu z punktu A do punktu B?



## RÓWNANIA KINETYCZNE - ROZWIĄZANIA



### Zmiana energii potencjalnej grawitacji

#### PYTANIE 3: ROZWIĄZANIE

Zmiana energii potencjalnej grawitacji  $\Delta U_g$  zależy tylko od względnych wysokości w punkcie A i punkcie B.

Wysokość powyżej najniższej wysokości wynosi  $y_A = 0.10$  m w punkcie A i  $y_B = 0.10$  m w punkcie B.

Ponieważ wysokość się nie zmienia,  $\Delta y$  wynosi zero oraz  $\Delta U_g$  wynosi również zero.

Poprawna odpowiedź to 0 J



#### PYTANIE 4: ROZWIĄZANIE

Zmiana energii potencjalnej grawitacji  $\Delta U_g$  zależy tylko od względnych wysokości w punkcie A i punkcie B.

Wysokość powyżej powierzchni wynosi  $y_A = 0.80$  m w punkcie A i  $y_B = 0.25$  m w punkcie B.

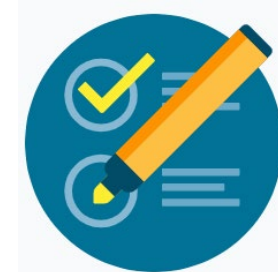
Wysokości tych można użyć do znalezienia  $\Delta U_g$  samochodziku

$$\begin{aligned}\Delta U_g &= mg\Delta y \\ &= mg(y_B - y_A) \\ &= (1.0 \text{ kg}) \left( 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (0.25 \text{ m} - 0.80 \text{ m}) \\ &= -5.4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \left( \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \right) \\ &= -5.4 \text{ J}\end{aligned}$$

Poprawna odpowiedź to -5.4 J

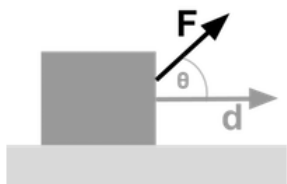
## PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH

### Praca wykonana przez siłę



#### PYTANIE 5

Skrzynia porusza się w poziomie na długości 5 m przy sile  $F = 10 \text{ N}$  przyłożonej pod kątem  $\theta = 30^\circ$



Jaka praca została wykonana przy sile  $F$  podczas przemieszczania?

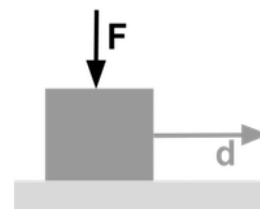
Wybierz właściwą odpowiedź:

- (A) 50 J
- (B) -43 J
- (C) -50 J
- (D) 43 J



#### PYTANIE 6

Skrzynia porusza się w poziomie na długości 1000 m przy sile  $F = 2000 \text{ N}$  przyłożonej w dół.



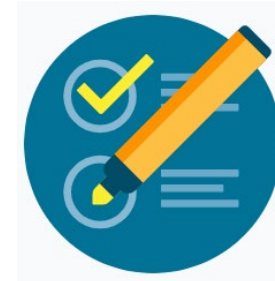
Jaka praca została wykonana przy sile  $F$  podczas przemieszczania?

Wybierz właściwą odpowiedź:

- (A) 2,000,000 J
- (B) 2000 J
- (C) -2,000,000 J
- (D) 0 J

# RÓWNANIA KINETYCZNE - ROZWIĄZANIA

## Praca wykonana przez siłę



### PYTANIE 5: ROZWIĄZANIE

Zastosujemy równanie określające pracę  $W$  wykonaną przez siłę  $F$ . Tylko składowa siły równoległa do przemieszczania wykonuje pracę.

$$W = Fd \cos \theta$$

$$W = Fd \cos \theta$$

$$= (10 \text{ N})(5 \text{ m}) \cos(30^\circ)$$

$$\approx 43 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\approx 43 \text{ J}$$

Poprawna odpowiedź to 43 **J**

### PYTANIE 6: ROZWIĄZANIE

Tylko siła równoległa do przemieszczania wykonuje pracę. Siła  $F$  jest prostopadła do przemieszczenia, stąd też praca wynosi zero.

Poprawna odpowiedź to 0 **J**

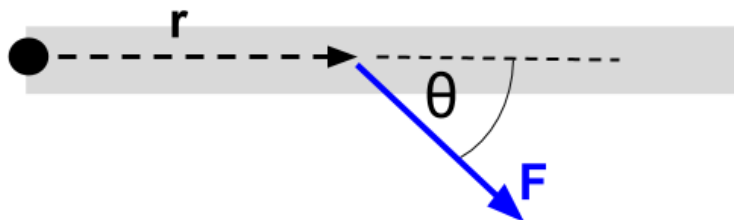


## PRZYKŁADY RÓWNAŃ KINETYCZNYCH

### Moment siły

#### PYTANIE 7

Siła  $F$  o wielkości 25 N jest przyłożona do belki, która może się obracać dookoła jak pokazano na rysunku.



Siła jest oddalona o  $r = 0.75$  m od końca belki i przyłożona pod kątem  $\theta = 60^\circ$ .

Jaki jest moment siły w belce?

Odpowiedz używając układu współrzędnych, w którym znak dodatni wyznaczony jest przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

#### PYTANIE 8

Siła  $F$  o wielkości 25 N jest przyłożona do belki, która może się obracać dookoła jak pokazano na rysunku.

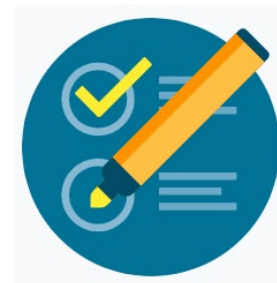


Siła jest równoległa do belki i oddalona o  $r = 0.75$  m od jej końca  
Jaki jest moment siły w przęcie?

Odpowiedz używając układu współrzędnych, w którym znak dodatni wyznaczony jest przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.



# RÓWNANIA KINETYCZNE - ROZWIĄZANIA



## Moment siły

### PYTANIE 7: ROZWIĄZANIE

Przyłożona siła  $F$  obraca belkę zgodnie z ruchem wskazówek zegara o wokół końca. Zatem moment siły jest zgodny z ruchem wskazówek zegara i ujemny.

Można określić wielkość  $\tau$  używając wzoru:

$$\tau = rF \sin \theta$$

Do wzoru podstawmy określone wartości

$$\tau = rF \sin \theta$$

$$= (0.75 \text{ m})(25 \text{ N}) \sin 60^\circ$$

$$= 16 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Ponieważ kierunek siły jest przeciwny, moment siły wynosi to  $-16 \text{ N} \cdot \text{m}$

Poprawna odpowiedź to  $-16 \text{ N} \cdot \text{m}$

### PYTANIE 8: ROZWIĄZANIE

Można określić wielkość  $\tau$  używając wzoru:

$$\tau = rF \sin \theta$$

Since  $F$  is parallel to the lever arm and  $\theta$  is zero, the force produces zero torque.

Poprawna odpowiedź to  $0 \text{ N} \cdot \text{m}$

Ponieważ kierunek siły jest równoległy do belki i  $\theta$  wynosi zero, siła powoduje zerowy moment siły.





Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.

