Fysikken bag remskiver

Relevant blueprint	Remskiverne
Beskrivelse	I denne pædagogiske sekvens lærer eleverne egenskaberne ved remskiver og kræfter ved hjælp af remskivesystemet.
Læringsmål	eleverne vil:: - lære at skabe et remskivesystem - Forstå kræfter og tyngdekraft - være i stand til at beregne spænding og acceleration i et remskivesystem - være i stand til at anvende Newtons anden lov

Relateret(e) fag i læreplanen	Fysik, Historie
Forudsætninger/forbered-ende foranstaltninger for lærere	Lærerne skal samle materialerne til blueprintet
Forudsætninger/forbered-ende foranstaltninger for studerende	Forstå fysikkens grundprincipper, vide, hvordan man bruger og skaber en remskive. have grundlæggende viden om kræfter.
Elevernes alder	12-15 år
Varighed	2-3 timer
Sværhedsgrad	Svær

Trin for trin beskrivelse af opgaven

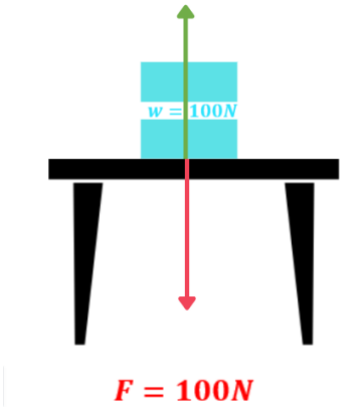
Trin 1: Hvad er en remskive?

Læreren introducerer begrebet remskive for klassen.

De første beviser for eksistensen af remskiver stammer fra det gamle Egypten (1991-1802 e.Kr.) og Mesopotamien i begyndelsen af det 2. årtusinde e.Kr. De blev identificeret som en af seks simple maskiner, der blev brugt til at løfte vægte af Hero af Alexandria (ca. 10-70 e.Kr.) i det romerske Egypten. De er formet af en blok og en anordning for at give en mekanisk fordel til at anvende store kræfter. Remskiver kan også monteres som rem- og kædedrev for at overføre kraft fra en roterende aksel til en anden. Plutarchs Parallel Lives beskriver en scene, hvor Archimedes bruger sammensatte remskiver og blok- og spændesystemet til at trække et fuldt lastet skib mod sig, som om det glider gennem vandet, og beviser dermed dets effektivitet. Remskiver var også almindeligt anvendt i landbruget, i byggearbejder og i brønde.

Trin 2: Lille påmindelse om begrebet kraft og newton

Kraft: En **kraft**: "En kraft er et skub eller træk på et objekt, som skyldes objektets **interaktion** med et andet objekt. Når der er en **vekselvirkning** mellem to objekter, er der en kraft på hvert af objekterne. Når **interaktionen** ophører vil der ikke længere være en kraft. Kraft eksisterer kun som følge af en interaktion."[1]



Bordets modstand skubber opad med 100N

Tyngdekraften trækker vægten ned med 100 N

Remskivesystemer anvendes i mekaniske problemer i fysik. Den bedste måde at løse remskiveproblemer i mekanik på er ved at anvende Newtons anden bevægelseslov og forstå Newtons tredje og første bevægelseslov.

Newtons anden lov siger:

$$\boldsymbol{F = m.a}$$

[1] *The meaning of force*. (n.d.). The Physics Classroom. https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-2/The-Meaning-of-Force

Hvor F står for nettokraften, som er vektorsummen af alle de kræfter, der virker på objektet. m er objektets masse, som er en skalar størrelse, hvilket betyder, at massen kun har størrelse. Acceleration giver Newtons anden lov sin vektoregenskab.

Newton: Kraft: "Kraft er en størrelse, der måles ved hjælp af den metriske standardenhed kaldet Newton. En **Newton** forkortes med et "N". At sige "10,0 N" betyder 10,0 Newton kraft. En Newton er den kraftmængde, der kræves for at give en masse på 1 kg en acceleration på 1 m/s/s. Således kan følgende enhedsækvivalens fastslås:

1 Newton = 1 kg • m/s2 "[2]

Trin 3: Få eleverne til at brainstorme idéer om, hvordan remskiverne kan fungere og bruges i hverdagen.

Hvad bruges den så til? Lav først en brainstorming med eleverne for at forsøge at forstå, hvordan og hvad remskiven kan bruges til. Hvis det er muligt, så lav en demonstration for dem af virkelige remskiver, der fungerer (en nærliggende brønd, et gardin osv.). Hvis det ikke er muligt at have en rigtig remskive i klassen, kan du vise eleverne nogle videoer af remskiver, der fungerer i forskellige sammenhænge (søfart, byggearbejde, brønde osv.). Når du har hørt deres tanker, kan du spørge dem, hvor nyttige de mener, at remskiverne er? Og kan de komme i tanke om noget, de kan bruge dem til at lette deres hverdag?

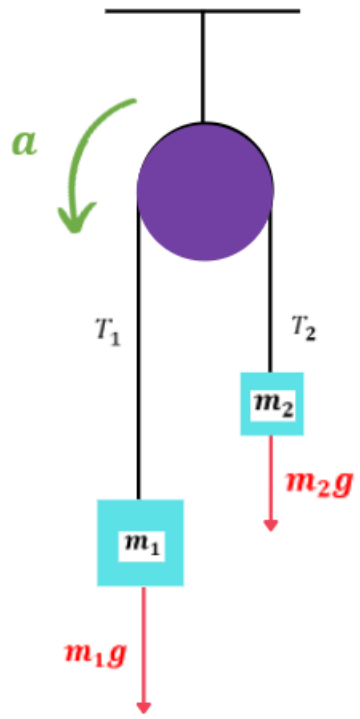
[2] *Ibid.*

Trin 4: Forklar og/eller opbyg remskivesystemet - Atwood-maskinen [3]

Læreren forklarer Atwood-maskinen som en illustration af Newtons anden lov. Samtidig kan han bygge remskivesystemet sammen med eleverne for at illustrere hvert trin med en remskive, 2 remskiver, 3 remskiver osv. I stedet for at bruge kg kan man bruge småpenge (samme mønter). Du vil kunne se de vægtforhold, der er nødvendige for at løfte en startvægt med forskellige remskivesystemer. Vi vil anbefale at lade eleverne prøve kræfter med remskivesystemet på egen hånd, før de udforsker teorien. **Med én remskive, Atwood-maskinen:**

En snor er placeret sammen med en masse- og gnidningsløs remskive (for at forenkle øvelsen anser vi remskivens masse og gnidning for at være ubetydelige).

[3] Michel van Biezen. (2013, January 20). *Physics - Mechanics: The Pulley (1 of 2)*. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kvCnjVSpuv0



En masse på 8 kg er ophængt i den ene ende, mens en masse på 5 kg er ophængt i den anden ende af rebet. Hvad er systemets acceleration?

$$m_1 = 8kg \qquad m_2 = 5kg$$

$$F = m.a$$

$$a = \frac{F_{net}}{m_T}$$

$$a = \frac{m_1g - m_2g}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2).g}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{(8kg - 5kg).(9.8m/sec^2)}{8kg + 5kg}$$

$$a = \frac{(3kg).(9.8m/sec^2)}{13kg}$$

$$a = \frac{(3\cancel{kg}).(9.8\ m/sec^2)}{13\cancel{kg}}$$

$$a = 2.26\frac{m}{sec^2} = 2m/sec^2$$

Now, how can we calculate the tension of the ropes?

$$T_1 = m_1g - m_1a$$

$$T_2 = m_2g + m_2a$$

$$T_1 = (8kg).\left(9.\frac{8m}{sec^2}\right) - (5kg).(2.26m/sec^2)$$

$$T_1 = (8kg).\left(9.\frac{8m}{sec^2}\right) - (8kg).(2.26m/sec^2)$$

$$T_1 = 60.32\ N$$

$$T_2 = (5kg).\left(9.\frac{8m}{sec^2}\right) + (5kg).(2.26m/sec^2)$$

$$T_2 = 60.3\ N$$

$$T_1 = T_2$$

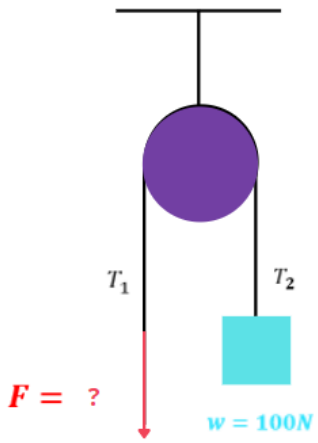
Spændingen i to tove, der holder vægte på hver side af en remskive, er altid lige stor.

Du kan bede eleverne om at søge efter flere oplysninger på nettet. Hvis læreren ønsker det, kan han/hun bruge det remskivesystem, som vi har lavet, til at illustrere princippet bag Atwood-maskinen med eleverne.

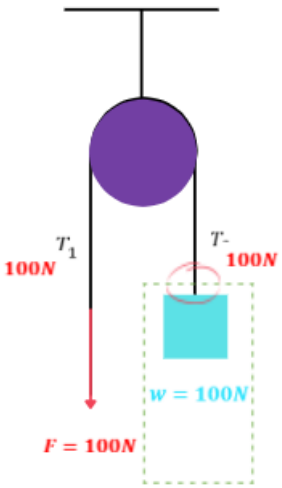
Nu hvor vi ved, hvordan man beregner spænding og acceleration, skal vi krydre tingene lidt.

Trin 5: Præsentation af videnskaben bag eksperimentet med remskivesystemet

Læreren skal forklare principperne for remskivemekanik og mekanisk fordel. For hvert trin skal du først udføre det fysisk med eleverne og lade dem drage konklusioner, derefter gennemgå teorien og forklare den igen ved hjælp af remskivesystemet som eksempel.



Vi så med Atwood-maskinen, at med en enkelt remskive er spænding 1 og spænding 2 altid lige store. Så med en vægt på 100 N, hvilken kraft er der så nødvendig for at løfte den op med 1, 2, 3 eller 4 remskiver?



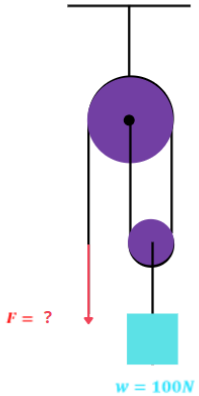
Med en remskive, er det det samme som med Atwood-maskinen.

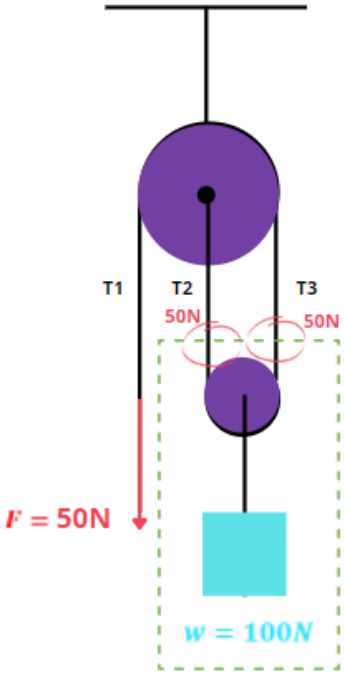
Når man ser på de tove, der holder vægten, er der kun ét, og det er det andet tov i remskiven, man trækker i. Spændingen T1 = T2. Du skal altså bruge 100 Newton kraft for at løfte en vægt på 100 N op. Den løftede afstand og den trukne afstand er også den samme

.$F = 100N$

Lad os observere med to remskiver:

Lad os observere antallet af tove og spændingen i dem alle.





Vægten er fastgjort med to reb. (T2 og T3) Omkring den anden remskive T2 = T3. Og på den første remskive er T1 = T3. Hvilket betyder, at T1 = T2 = T3. For at løfte en vægt på 100 Newton skal vi derfor bruge en kraft på 50 Newton, da den er fordelt på to opretholdende reb. Prisen for denne reducerede kraft er dog, at for at løfte de 100 N i 1 m højde over jorden, skal man bruge til at trække tovet 2 m længere.

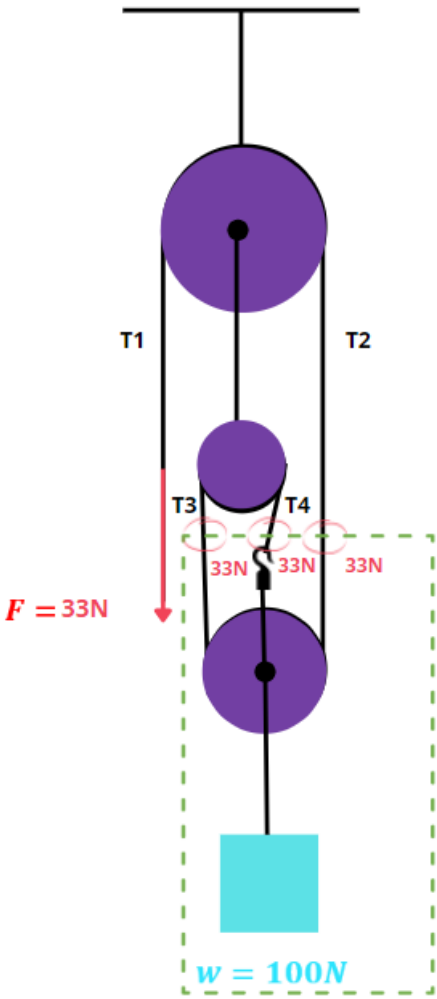
Det samme med 3 remskiver.

Vi kan se, at vægten holdes oppe af 3 forskellige tove. Hvis T1 = T2, og T2 = T3 og T3 = T4, så er T1 = T2 = T3 = T3 = T4.

Så da vægten er fordelt på 3 tovlængder : T2, T3, T4. Den nødvendige kraft er på 100N/3 = 33N.

Men for at løfte vægten på 1 m skal du trække 3 m i rebet for at løfte vægten.

Den løftede afstand = den trukne afstand/det antal reb, der holder vægten.

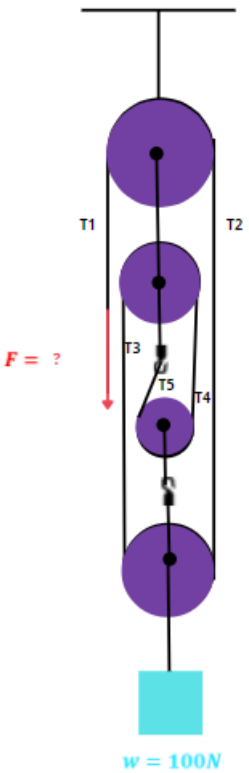


Konklusion I denne lektion lærer eleverne om brugen af remskiver og Newtons teorem. De lærer, hvordan de blev brugt i det gamle Egypten, og de kan bruge dem til at udføre nogle af vores hverdagsopgaver. De lærer at beregne den kraft, der er nødvendig for at løfte vægte ved hjælp af flere remskiver, samt spændingen i hvert reb og accelerationen i et system.

Vurderingsaktiviteter

Aktivitet 1. Find oplysninger om remskiven og dens komponenter, og præsenter dem for klassen.

Aktivitet 2. Søg efter oplysninger om, hvordan Newtons anden lov kan anvendes.



Aktivitet 3. Sammen med eleverne skal du tegne og udfylde diagrammet over et 4-pulley-system. [4]

Hvad er den kraft, der skal til for at løfte 100 N op?

..... N

Hvor mange meter reb skal du trække for at løfte en vægt på 100 N op i 1 meter?

.....m

[4] All pulley graphics were created by Logopsycom, using Canva

References

- *Double trouble: Two body problems*. (n.d.). The Physics Classroom. https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-3/Double-Trouble
- *Ford end Watermill : A guide for teachers and schools*. (n.d.). Ford End Watermill. https://www.fordendwatermill.co.uk/schguide.html
- *The meaning of force*. (n.d.). The Physics Classroom. https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-2/The-Meaning-of-Force
- *Mechanical advantage*. (n.d.). https://energyeducation.ca/encyclopedia/Mechanical_advantage
- Michel van Biezen. (2013, January 20). *Physics - Mechanics: The Pulley (1 of 2)*. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kvCnjVSpuv0
- Michel van Biezen. (2015, June 23). *Mechanical Engineering: Particle Equilibrium (11 of 19) Why are Pulleys a Mechanical Advantage?* YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=6GuldysCVjI
- *Pulley*. (2001, September 5). Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved April 4, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Pulley#:~:text=The%20earliest%20evidence%20of%20pulleys,machines%20used%20to%20lift%20weights

- *Pulley*. (n.d.). Energy Education. https://energyeducation.ca/encyclopedia/Pulley