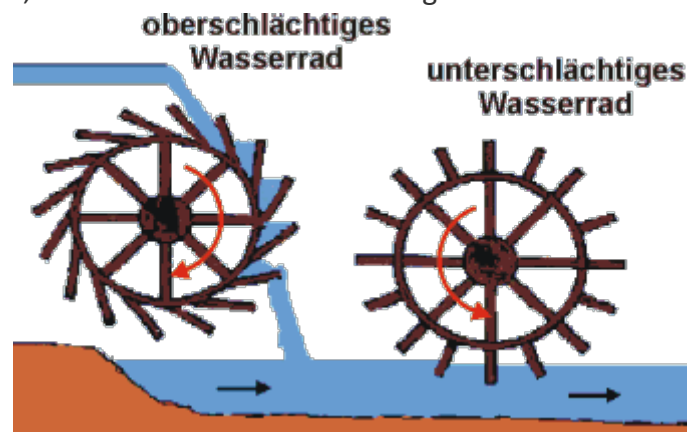


## 1. Wasserräder

Zur Arbeit wurden schon sehr früh Wasserräder verwendet. Die Ersten gab es bereits 200 v. Chr.. In größerem Umfang verwendete man Wasserräder im Mittelalter zum Antrieb von Sägewerken, Mühlen, Hammerwerken und Blasebälgen bei Schmieden.



a) Welche Energie wird beim linken, dem oberflächlichen Wasserrad umgesetzt?

b) Welche Energie wird beim rechten, dem unterflächlichen Wasserrad umgesetzt?

a) Beim oberflächlichen Wasserrad wird in erster Linie die potentielle Energie des Wassers umgesetzt.

b) Beim unterflächlichen Wasserrad wird in erster Linie die kinetische Energie des Wassers umgesetzt.

## 2. Kran

Zwei Kräne ziehen jeweils eine Palette mit Steinen, die einer Gewichtskraft  $F_G = 4\,000\text{ N}$  entspricht, auf ein 5m hohes Gerüst. Der eine Kran braucht für diese Arbeit eine Zeit von  $t_1 = 10\text{ s}$ , der andere Kran benötigt hingegen  $t_2 = 20\text{ s}$ . Berechnen Sie die Leistungen  $P_1$  und  $P_2$  der beiden Kräne.

Vorgegeben:  $F_G = 4\,000\text{ N}$ ,  $t_1 = 10\text{ s}$ ,  $t_2 = 20\text{ s}$

$$\text{Für Kran 1: } P_1 = \frac{W_{\text{Hub}}}{t_1} = \frac{F_G h}{t_1} = \frac{4000\text{ N} \cdot 5\text{ m}}{10\text{ s}} = 2000\text{ W}$$

$$\text{Für Kran 2: } P_2 = \frac{W_{\text{Hub}}}{t_2} = \frac{F_G h}{t_2} = \frac{4000\text{ N} \cdot 5\text{ m}}{20\text{ s}} = 1000\text{ W}$$

### 3. Arbeit des Herzens

Das Herz pumpt in jeder Minute ca. 5 Liter Blut, das sind ca. 5,0 kg, durch den Körper. Es muss sich dabei so anstrengen, als ob das Blut 1,0 m hochgepumpt werden müsste.

a) Berechnen Sie, welche Arbeit das Herz an einem Tag verrichtet.

b) Berechnen Sie, wie hoch ein Bergsteiger mit der Masse 72kg mit dieser Energie gehoben werden könnte.

a) Da das Blut durch das Herz angehoben wird, verrichtet das Herz Hubarbeit. Diese Arbeit hat in jeder Minute den Wert

$$W_{Hub}(1 \text{ min}) = m \cdot g \cdot \Delta h$$

Einsetzen der gegebenen Werte liefert

$$W_{Hub}(1 \text{ min}) = 5,0 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1,0 \text{ m} = 50 \text{ J}$$

An einem Tag wird dann eine Arbeit von

$$W_{Hub}(1 \text{ Tag}) = 24 \cdot 60 \cdot 50 \text{ J} = 72000 \text{ J} = 72 \text{ kJ}$$

verrichtet.

b) Zum Heben des Bergsteigers steht also die Energie  $E = 72000 \text{ J}$  zur Verfügung, die in potentielle Energie  $E_{pot} = m \cdot g \cdot \Delta h$  umgewandelt werden soll. Somit gilt

$$\Delta h = \frac{E_{pot}}{m \cdot g} = \frac{72000 \text{ J}}{72 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2} = 102 \text{ m}$$

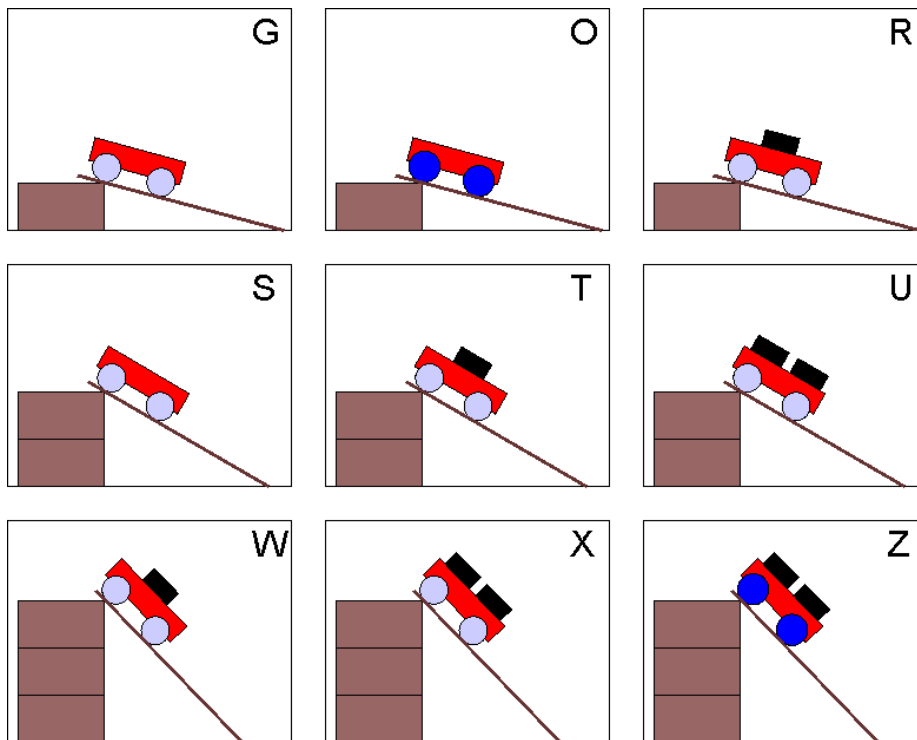
#### 4. Wagen an der Rampe

Die Zeichnungen zeigen mehrere Versuche, die Andrea mit Wagen, welche unterschiedlich große Räder besitzen (in der Skizze durch unterschiedliche Farbe gekennzeichnet), durchgeführt hat. Sie hat die Wagen von unterschiedlichen Höhen hinabrollen lassen. Die Blöcke, die sie hineingelegt hat, hatten alle die gleiche Masse.

Sie möchte folgende Vermutung überprüfen: **Je schwerer der Wagen (samt Ladung) ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit am Fuße der Rampe.**

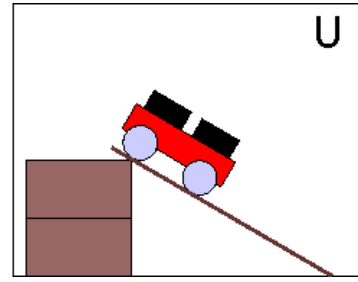
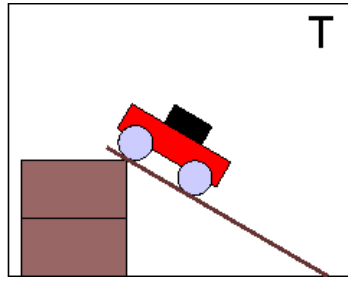
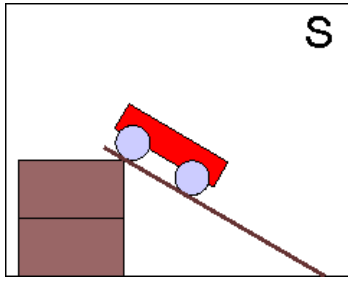
Welche drei Versuche sollte sie vergleichen?

- a) G, T und X
- b) O, T und Z
- c) R, U und Z
- d) S, T und U
- e) S, W und X



Zu prüfende Vermutung: **Je schwerer der Wagen (samt Ladung) ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit am Fuße der Rampe.**

- Es soll der Zusammenhang zwischen Wagenmasse und am Ende der Rampe erreichter Geschwindigkeit untersucht werden.
- Der Einfluss der Höhe oder der Wagenräder kommt **nicht** in Betracht.  
Hieraus folgt, dass nur Versuche mit gleicher Starthöhe und gleichen Rädern, aber verschiedener Beladung verglichen werden können.  
Die Versuchsserie S, T und U ist zur Überprüfung der Vermutung geeignet.



Die richtige Antwort lautet daher: **d**).