

1. Physikklausur im 2. Halbjahr der EPH

Inhalte: Wurfparabeln, Energieerhaltung, mechanische Arbeit und Leistung

BITTE DURCHGEHEND MIT $g = 10 \text{ m/s}^2$ RECHNEN!

11. März 2020

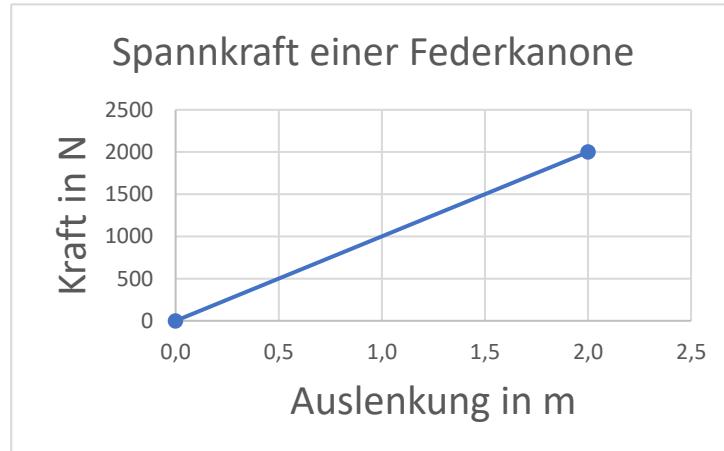
Aufgabe 1 (34 Punkte):

Federkanonen aufgrund Emissionsschutzes

Nachdem verschärfte Umweltauflagen die Verwendung von Schwarz- und Nitrozellulosepulver unmöglich gemacht haben, übt die Bundeswehr jetzt verstärkt mit großen Federkanonen. Um damit Ziele in mehr als 10 m Entfernung treffen zu können, müssen die Federn allerdings recht stark sein.

Gehe in allen Aufgabenteilen davon aus, dass es sich um ideale Hooke'sche Federn handelt und jede Art von Reibung vernachlässigt werden kann. Beim Spannen einer solchen Feder wird diese aus ihrer Ruhelage an der Laufmündung zusammengedrückt, dabei ergibt sich dieses Diagramm:

- a) Begründe, dass es sich um eine ideale „Hooke'sche Feder“ handelt und bestimme deren Federkonstante D . (4P)
- b) Berechne die zum Spannen dieser Feder aufgewandte mechanische Arbeit W . (4P)
- c) Nenne und begründe die benötigte Auslenkung der Feder, um die 4-fache Spannenergie zu erzeugen. (4P)
- d) Da die Lauflänge unserer Federkanone auf 4 m beschränkt ist, die Mündungsenergie aber (wie früher) mindestens $E_{\text{KIN}} = 20.000 \text{ J}$ betragen soll, muss eine andere Feder verwendet werden. Berechne unter vollständiger Umformung der Einheiten (!) die benötigte Federkonstante D , um diese kinetische Energie bei einer maximalen Auslenkung von 4 m zu erreichen. Berechne ebenfalls die dann wirkende Kraft und bewerte diese. (6P)
- e) Als „Übungsgeschosse“ werden Holzkugeln aus massivem Fichtenholz verwendet, welches zurzeit günstig zu bekommen ist. Die Masse dieser Kugeln beträgt 2 kg. Berechne mit diesen Angaben und der Energie aus Teil d) die Mündungsgeschwindigkeit der Holzkugeln und die maximale Steighöhe dieser Kugeln bei vertikalem Abschuss. (6P)
- f) Erläutere, wie sich die maximale Steighöhe verändern würde, wenn bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit (!) nur halb so schwere Kugeln verwendet würden. (4P)



g) Unsere Federkanone ist gespannt und ausgerichtet, die Holzkugel wird im flachen Gelände in einem Winkel von 30° gegen die Horizontale abgefeuert. Der Betrag der Anfangsgeschwindigkeit liegt bei $v_0 = 100 \text{ m/s}$. Stelle diese Situation und die Flugkurve anhand einer geeigneten Skizze dar. Berechne den Vektor der Geschwindigkeit beim Abschuss und im höchsten Punkt der Bahn. Berechne ebenfalls die Schussweite. (6P)

Aufgabe 2 (26 Punkte):

Bugatti Veyron: Produktion des Supersportwagens nähert sich dem Ende

Vom Superflitzer Bugatti Veyron werden nur noch 15 Autos verkauft – dann ist der Rekordwagen Geschichte. Ein Nachfolger der aktuellen Serie ist aber bereits da. In dem Nachfolger Chiron wird ein 8,0-Liter-W16-Motor mit Hybridmodul verarbeitet, der **1.110 kW** (ca. 1.500 PS) auf die Straße bringt. Die **Höchstgeschwindigkeit** liegt bei **460 Kilometern pro Stunde**.



Das **Gewicht** (*gemeint ist die Masse...*) bleibt wie beim Vorgänger bei **1880 kg**. Der **Spritverbrauch** liegt bei **100 Liter pro 100km** bei **Höchstgeschwindigkeit**. Um das Fahrzeug sicher abbremsen zu können, werden Carbon-Keramik-Bremsscheiben eingebaut, die den Wagen aus 100 km/h auf einer Strecke von 31,4 m zum Stehen bringen. (*Informationen und Bild von der VW-Website*)

- Berechne mit den obigen Werten die maximale kinetische Energie des neuen Bugattis. (5P)
- Berechne die entsprechende Fallhöhe, um auf die gleiche Energie zu kommen. (5P)
- Laut Werksangaben benötigt der Chiron aus dem Stand nur 2.5 s bis Tempo 100 km/h. Vergleiche die daraus resultierende mittlere Leistung beim Beschleunigen mit der genannten Maximalleistung. Tipp: Berechne zunächst die gewonnene kinetische Energie und berücksichtige dann die dafür benötigte Zeit. (8P)
- Ein Liter Benzin enthält eine Energie („Brennwert“) von etwa 10 kWh. Rechne diese Angabe in Joule um. Berechne die bei dem genannten Maximalverbrauch freigesetzte Leistung. Als Wirkungsgrad η versteht man das Verhältnis von nutzbarer zu aufgewandter Energie bzw. Leistung. Berechne diesen Wirkungsgrad hier ebenfalls und erläutere die „Verluste“. (8P)

Viel Spaß!

Formelsammlung zur Klausur:

Hooke'sches Gesetz: $F_{\text{SPANN}} = D \cdot s$

Mechanische Arbeit: $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cdot \cos \alpha$

„Arbeit ist Kraft mal Weg.“

Kinetische Energie: $E_{\text{KIN}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Spannenergie: $E_{\text{SPANN}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$

Potenzielle Energie: $E_{\text{POT}} = m \cdot g \cdot h$

Mechanische Leistung: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

„Leistung ist verrichtete Arbeit / Änderung der Energie pro Zeit.“

Wirkungsgrad: $\eta = \frac{W_{\text{nutz}}}{W_{\text{aufgewendet}}} = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{aufgewendet}}}$

Umrechnungen:

36 km/h = 10 m/s

27,8 m/s = 100 km/h

Kilo k = 10^3

$\sin(30^\circ) = \cos(60^\circ) = 0,500$

$\sin(60^\circ) = \cos(30^\circ) = 0,866$

1h = 3.600s