Wintersemester	2010/2011	Blatt 1 (von 6)
Studiengang:	BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach:	Physik 1	Fachnummer: 1071, 1072
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60

<u>Aufgabe 1:</u> Koffer am Hang (18 Punkte)

Ein Koffer der Masse m_K=21 kg wird einen Hang mit dem Neigungswinkel α=15° hinaufgeschoben. Der Berg hat eine horizontale Länge von x_E=125 m (siehe Skizze). Die Kofferlänge kann vernachlässigt werden.

Wie groß ist die Arbeit W, die benötigt wird den Koffer den Hang hinauf zu schieben, wenn

a) die Bewegung als reibungsfrei angenommen wird

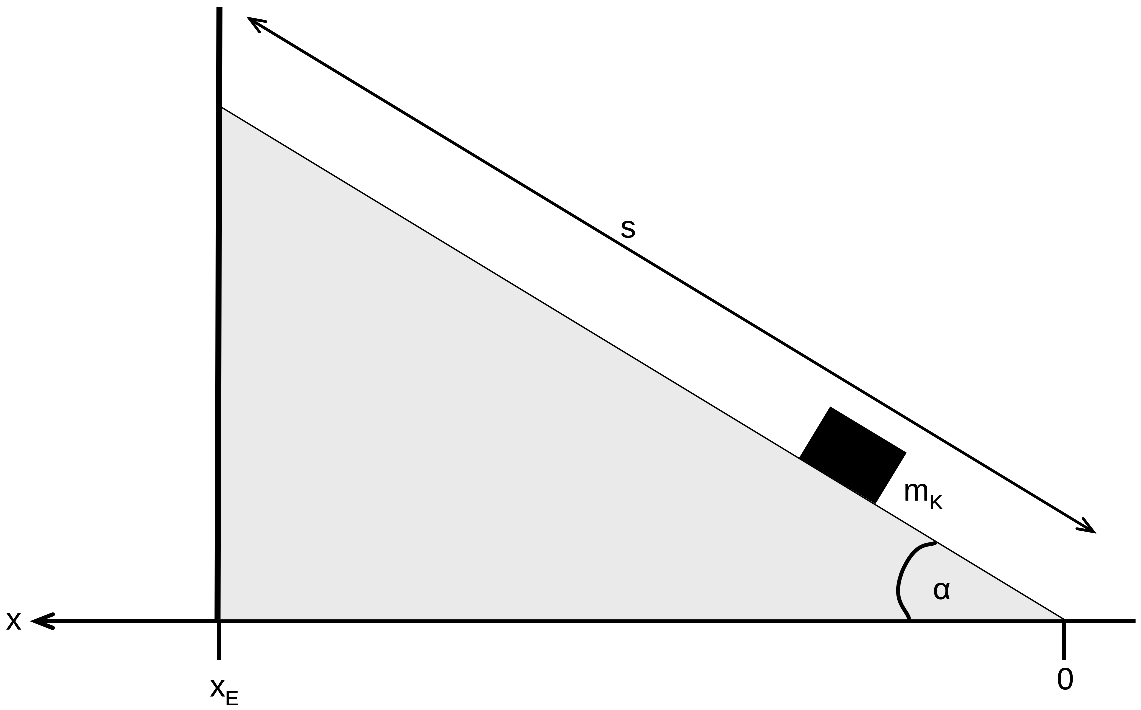
b) der Reibungskoeffizient μ=0.2 beträgt.

Oben angekommen, wird der Koffer (im reibungsbehafteten Fall) losgelassen.

c) Zeichnen Sie alle Kräfte auf den Koffer in die unten stehende Skizze ein.

d) Leiten Sie eine Formel her, mit der berechnet werden kann, ob der Koffer stehenbleibt oder rutscht.

e) Ermitteln Sie das Ergebnis.



Lösungsvorschlag:

Ein Koffer der Masse m_K=21 kg wird einen Hang mit dem Neigungswinkel α=15° hinaufgeschoben. Der Hang hat eine horizontale Länge von x_E=125 m.

Arbeit W im reibungsfreien Fall

$$h = x_E \cdot \tan\alpha$$

$$W = mg \cdot h = mg \cdot x_E \cdot \tan\alpha = 21\ \text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 125\text{m} \cdot \tan 15° = 6900\ \text{J}$$

Wenn der Reibungskoeffizient μ=0.2 beträgt

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

$$F_{reib} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot mg \cdot \cos\alpha$$

$$s = \frac{x_E}{\cos\alpha}$$

$$W_{ges} = mg \cdot h + W_{reib} = mg \cdot x_E \cdot \tan\alpha + F_{reib} \cdot s = mg \cdot x_E \cdot \tan\alpha + \mu \cdot mg \cdot \cos\alpha \cdot \frac{x_E}{\cos\alpha}$$

$$= 21\ \text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 125\text{m} \cdot \tan 15° + 0{,}2 \cdot 21\ \text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 15° \cdot \frac{125\,\text{m}}{\cos 15°}$$

$$= 6900\ \text{J} + 5150\ \text{J} = 12050\ \text{J}$$

Oben angekommen, wird der Koffer (im reibungsbehafteten Fall) losgelassen.

Zeichnen Sie alle Kräfte auf den Koffer in die unten stehende Skizze ein.

…

Leiten Sie eine Formel her, mit der berechnet werden kann, ob der Koffer stehenbleibt oder anfängt zu rutschen.

Solange $F_H < F_{reib}$ bleibt der Koffer stehen

$$mg \cdot \sin\alpha < \mu \cdot mg \cdot \cos\alpha$$

$$\mu > \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\mu > \tan 15°$$

Ermitteln Sie das Ergebnis.

$0{,}2 > 0{,}26$ ist nicht erfüllt, der Koffer rutscht

Wintersemester	2010/2011	Blatt 2 (von 6)
Studiengang:	BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach:	Physik 1	Fachnummer: 1071, 1072
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

<u>Aufgabe 2:</u> Wassertank (9 Punkte)

An einem hohen Wassertank der Füllhöhe x=10 m befindet sich in einer Höhe von h_{Rohr}=1 m über dem Erdboden ein kleines horizontales Rohr mit dem Durchmesser d_{rohr}=10 cm, aus dem Wasser ausströmt. Das Ausströmen des Wassers ändert die Füllhöhe im Tank praktisch nicht, der Wasserspiegel ist in Ruhe. Nehmen Sie die Strömung im Wasser und in der Luft als reibungsfrei an.

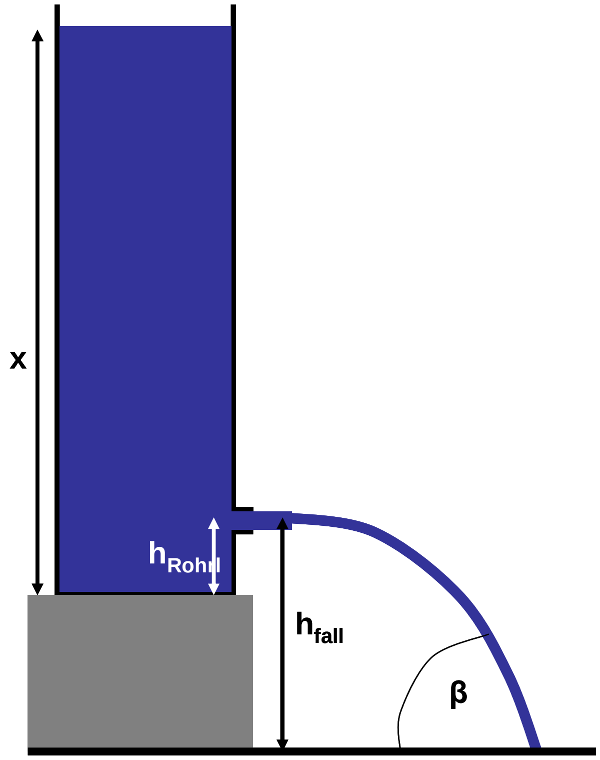
a) Wie groß ist die (horizontale) Geschwindigkeit, mit der der Wasser aus dem Rohr herausströmt?

Der Wassertank befindet sich auf einem Podest (siehe Skizze).

b) Wie groß ist die vertikale Geschwindigkeit des Wassers nach einer Fallstrecke von h_{fall}=2,5 m?

c) Wie groß ist der Betrag der Geschwindigkeit?

d) Wie groß ist der Winkel β, mit dem das Wasser dort auf eine horizontale Fläche auftrifft?



Lösungsvorschlag:

Der Wassertank befindet sich auf einem Podest (siehe Skizze).

Die Wasserhöhe l vom Flüssigkeitsspiegel zum Ausflussrohr beträgt (10m-1m) = 9 m.

$$v_{horizontal} = \sqrt{2 \cdot g \cdot l} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 9\,m} = 13{,}2 \frac{m}{s}$$

Wie groß ist die vertikale Geschwindigkeit des Wassers nach einer Fallstrecke von 2,5 m?

$$v_{vertikal} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 2{,}5\,m} = 7{,}0 \frac{m}{s}$$

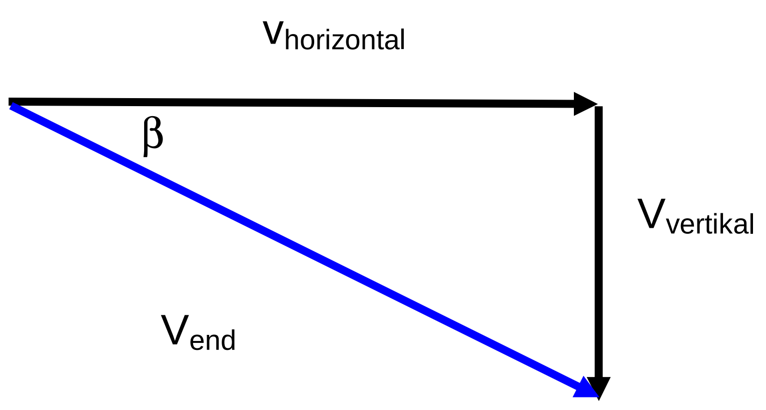
Wie groß ist der Betrag der Geschwindigkeit?

$$v_{ges} = \sqrt{v_{vertikal}{}^2 + v_{horizontal}{}^2} = 14{,}94 \frac{m}{s}$$

Wie groß ist der Winkel β, mit dem das Wasser dort auf eine horizontale Fläche auftrifft?

$$\tan\beta = \frac{v_{vertikal}}{v_{horizontal}} = \frac{7{,}0 \frac{m}{s}}{13{,}2 \frac{m}{s}} = 0{,}53$$

$$\beta = \arctan(0{,}53) = 27{,}9°$$



Wintersemester	2010/2011	Blatt 3 (von 6)
Studiengang:	BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach:	Physik 1	Fachnummer: 1071, 1072
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Aufgabe 3: Wasserrad (15 Punkte)

An einem hohen Wassertank befindet sich kurz über dem Erdboden ein kleines horizontales Rohr mit dem Durchmesser d_{rohr}=10 cm, aus dem Wasser mit einer Geschwindigkeit von 10 m/s horizontal ausströmt. Nehmen Sie die Strömung im Wasser und in der Luft als reibungsfrei an.

Durch eine Verstopfung tritt das Wasser aus dem Wassertank nicht mehr in einem Strahl sondern nur einmal für eine Zeitdauer von t=0,01 s aus dem Rohr aus.

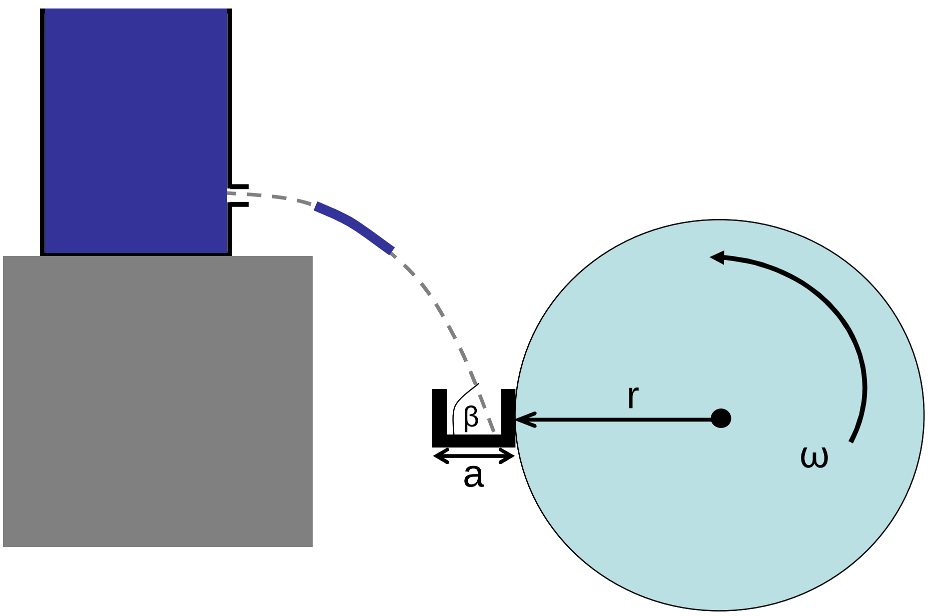
a) Wie groß ist die Masse des ausströmenden Wassers? Die Dichte von Wasser kann als $1 g/cm^3$ angenommen werden.

Das Wasser trifft mit einer Geschwindigkeit von v=15 m/s und einem Winkel von β=10° in den Schöpfeimer eines Wasserrades, das einen Durchmesser von $d_{Wasserrad}$=2 m, eine Masse von $m_{Wasserrad}$=100 kg hat und vorher in Ruhe ist. Der Schöpfeimer hat einen Durchmesser von a=0,2 m .

Nehmen sie an, dass sich das Wasserrad reibungsfrei dreht und das gesamte Wasser in den Schöpfeimer gelangt.

b) Wie groß ist der Drehimpuls, den das Wasserrad erhält?

c) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit, mit der sich das Wasserrad nun dreht? Betrachten sie das Wasser im Schöpfrad als Punktmasse, die Masse des Schöpfeimers kann vernachlässigt werden.



a. Wie groß ist die Masse des ausströmenden Wassers in dieser Zeit?

Fläche $A = \pi \cdot r^2 = 3{,}1415 \cdot (5\text{cm})^2 = 78{,}54\text{cm}^2$

$V = A \cdot s$

$s = v_{horizontal} \cdot t = 10\,\frac{m}{s} \cdot 0{,}01\ s = 0{,}1\ m$

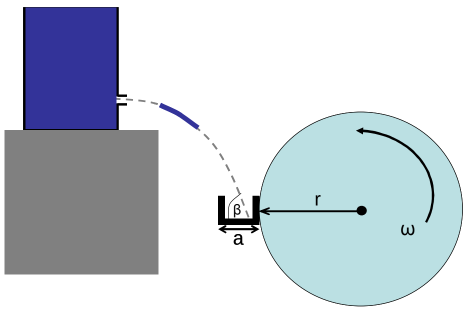
$V = 78{,}54\text{cm}^2 \cdot 10\ \text{cm} = 785{,}4\text{cm}^3$

$m = \rho \cdot V = 1\frac{g}{cm^3} \cdot 785{,}4\text{cm}^3 = 785{,}4\ g = 0{,}7854\ kg$

Das Wasser trifft mit einer Geschwindigkeit von v=15 m/s und einem Winkel von β=10° in den Schöpfeimer eines Wasserrades, das einen Durchmesser von $d_{Wasserrad}$=2 m, eine Masse von $m_{Wasserrad}$=100 kg hat und vorher in Ruhe ist. Der Schöpfeimer hat einen Durchmesser von a=0,2 m.

Nehmen sie an, dass sich das Wasserrad reibungsfrei dreht und das gesamte Wasser in den Schöpfeimer gelangt.

b. Wie groß ist der Drehimpuls, den das Wasserrad erhält



Betrag des Drehimpulses durch das Wasser

$L = r \cdot m \cdot v \cdot \sin\phi$

$\phi = 180° - 10° = 170°$ oder $-10°$

$L = 1{,}1\ m \cdot 0{,}7854\ kg \cdot 15\,\frac{m}{s} \cdot \sin 170° = 2{,}250\,\frac{kg \cdot m^2}{s}$

c. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit, mit der sich das Wasserrad nun dreht? Betrachten sie das Wasser im Schöpfrad als Punktmasse, die Masse des Schöpfeimers kann vernachlässigt werden.

$$L_{vor} = L_{nach}$$

$$L_{nach} = J_{ges} \cdot \omega$$

$$L_{vor} = J_{ges} \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{L_{vor}}{J_{ges}}$$

$$J_{ges} = J_{Wasserrad} + J_{Wasser} = \frac{1}{2} m_{Wasserrad} \cdot r^2 + m_{Wasser} (r_{Wasserrad} + r_{Schöpfeimer})^2$$

$$= \frac{1}{2} 100kg \cdot (1m)^2 + 0{,}7854 \ kg_{Wasser} (1{,}1m)^2$$

$$= 50{,}0000 \ kg \cdot m^2 + 0{,}9503 \, kg \cdot m^2 = 50{,}9503 \, kg \cdot m^2$$

$$\omega = \frac{L}{J} = \frac{2{,}250 \frac{kg \cdot m^2}{s}}{50{,}9503 \ kg \cdot m^2} = 0{,}044 \frac{1}{s}$$

Wintersemester	2009/2010	Blatt 4 (von 6)
Studiengang:	BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach:	Physik 1	Fachnummer: 1071, 1072
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

<u>Aufgabe 4:</u> Wasserstoff (18 Punkte)

Ein Wasserstoffatom wird ionisiert und das Elektron hat dabei unterschiedliche Entfernung x vom Proton.

Die Elementarladung beträgt: $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C$

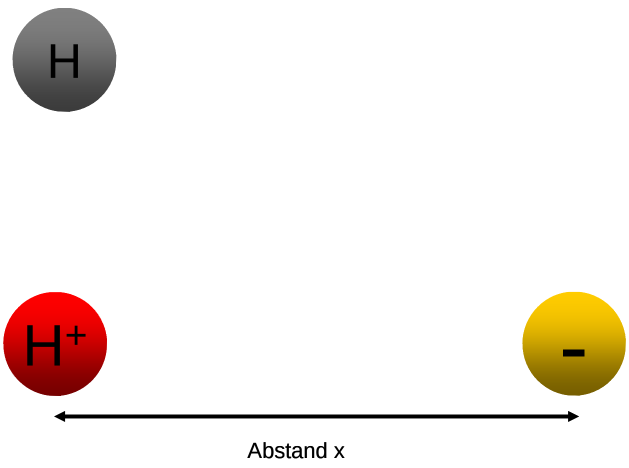
a) Wie groß ist die Coulombkraft zwischen Elektron und Proton für folgende Abstände?

Abstand x/nm	1	2	3
F/N			

b) Fertigen Sie ein Diagramm F/N gegen x/nm an.

c) Schätzen Sie aus dem Diagramm die Arbeit ab, die zur Trennung der beiden Ladungsträger notwendig war (Ionisierungsenergie). (Hinweis: kein linearer Verlauf!)

d) Geben sie das Ergebnis in Grundeinheiten des SI-Systems und in eV an.



a)Wie groß ist die Coulombkraft zwischen Elektron und Proton für folgende Abstände?
$e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C$

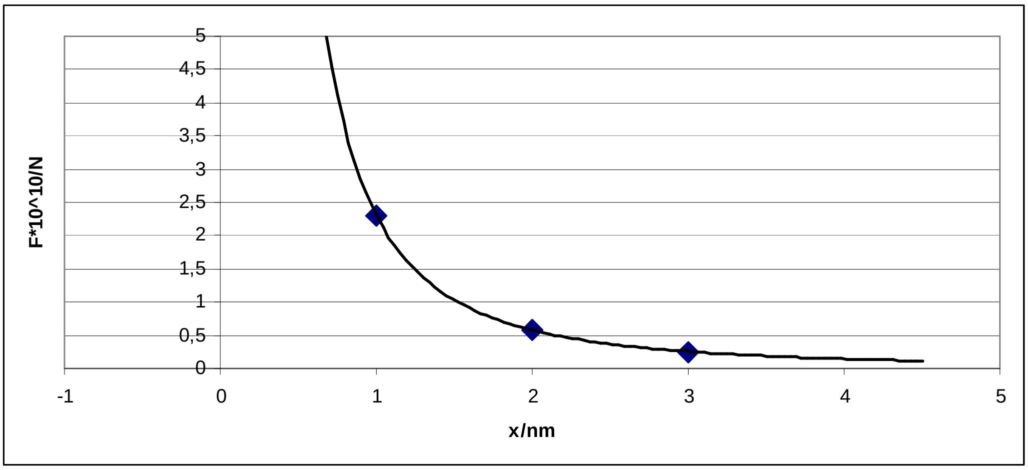
$$F = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C \cdot -1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{(1 \cdot 10^{-9}\,m)^2}$$
$$= 23{,}07 \cdot 10^{-11}\,N$$

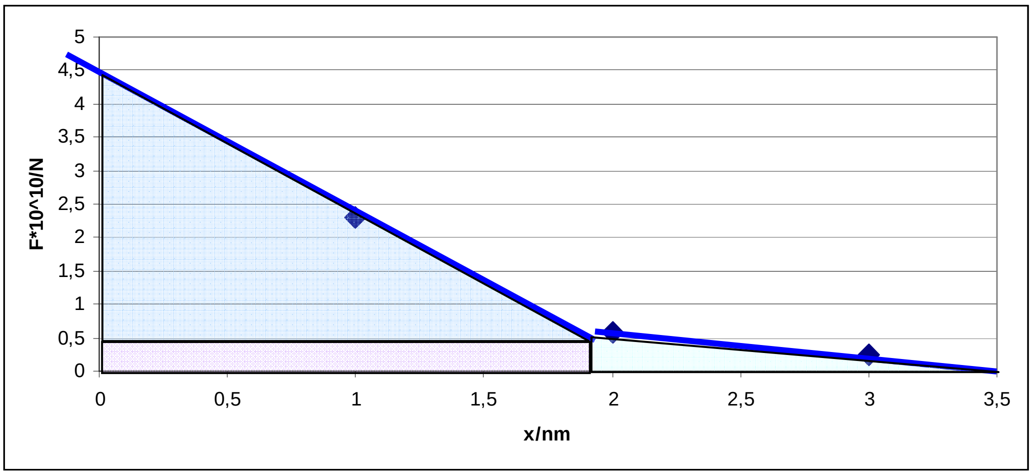
$$F = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C \cdot -1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{(2 \cdot 10^{-9}\,m)^2}$$
$$= 5{,}77 \cdot 10^{-11}\,N$$

$$F = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 8{,}98755 \cdot 10^{9}\,\frac{Vm}{As} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C \cdot -1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{(3 \cdot 10^{-9}\,m)^2}$$
$$= 2{,}56 \cdot 10^{-11}\,N$$

Abstand x/nm	1	2	3
F/N	$23{,}07 \cdot 10^{-11}N$	$5{,}77 \cdot 10^{-11}N$	$2{,}56 \cdot 10^{-11}N$

b) Fertigen Sie ein Diagramm F/N gegen x/nm an.





c) Schätzen Sie aus dem Diagramm die Arbeit ab, die zur Trennung notwendig war. Geben sie das Ergebnis in Grundeinheiten des SI-Systems an. Die Arbeit entspricht der Fläche unter der Kurve (F proportional zu $1/x^2$) als Abschätzung werden die flächen von 2 Dreiecken und einem Rechteck berechnet:

$$W = \frac{1}{2} 4 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{N} \cdot 2 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m} + 0{,}5 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{N} \cdot 2 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m} + \frac{1}{2} 0{,}6 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{N} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m}$$

$$= 3{,}565 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{Nm} = 3{,}565 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

$$W = 3{,}565\,\mathrm{J} \cdot 10^{-19} = 3{,}565\mathrm{J} \cdot 0{,}6242 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J} \cdot 10^{19}\,\mathrm{eV} = 3{,}6\,\mathrm{eV}$$

Diese Arbeit liefert eine grobe untere Abschätzung für die Ionisierungsenergie von Wasserstoff.

Der Literaturwert beträgt 13,6 eV