

Schriftliche Aufnahmeprüfungen 2018
Physik**Kandidaten-Nummer:**

.....

NAME:

.....

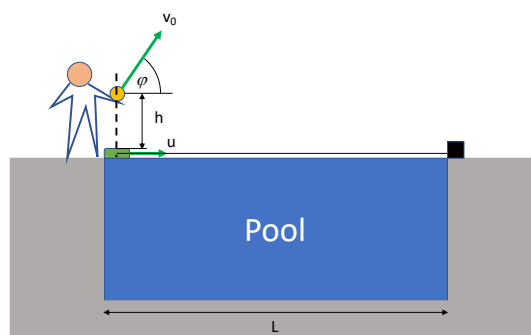
Vorname:

.....

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	
Maximale Punkte	8	9	8	9	5	6	
Erreichte Punkte							
Erreichte Punkte gesamt							
Note							

1. Bei einem Geschicklichkeitsspiel wird eine schwimmende Plattform mit konstanter Geschwindigkeit $u = 8\text{m/s}$ entlang einer geraden Linie über die Wasseroberfläche eines Pools gezogen. Der Spieler steht am Poolrand und muss einen Ball so schräg nach oben werfen, dass er die sich bewegende Plattform zentral trifft. Der Abwurf des Balls und der Start der Plattform finden gleichzeitig auf den Pfiff des Schiedsrichters statt. Beim Abwurf befindet sich der Ball genau über der Mitte der Plattform. Der Pool hat eine Länge von $L = 30\text{m}$ und die Höhe h , aus der der Ball abgeworfen wird, beträgt 1.2m .
- (2P) Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit v_0 des Balls bei einem Abwurfwinkel von $\varphi = 60^\circ$.
 - (6P) In welcher Distanz von der ursprünglichen Position trifft der Ball auf die Plattform? (Falls Sie a. nicht lösen konnten, rechnen Sie mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 18m/s .)



$$a. \quad v_0 \cos(\varphi) = u; \quad v_0 = \frac{u}{\cos(\varphi)} = \frac{8\text{m/s}}{\cos(60^\circ)} = 16\text{m/s} \quad 1\text{P} + 1\text{P}$$

$$b. \quad y(t) = h + v_0 \sin(\varphi) t - \frac{g}{2} t^2$$

$$0\text{m} = 1.2\text{m} + 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin(60^\circ) \cdot t - \frac{9.81\text{m/s}^2}{2} \cdot t^2$$

$$0.5\text{P} + 0.5\text{P} + 1\text{P} + 1\text{P} \rightarrow 3\text{P}$$

$$t_{1,2} = \frac{-13.86\text{m/s} \pm \sqrt{(13.86\text{m/s})^2 - 4 \cdot 4.9\text{m/s}^2 \cdot 1.2\text{m}}}{-9.81\text{m/s}^2}, \quad t_1 = -0.08\text{s}; \quad t_2 = 2.91\text{s}; \quad 1\text{P} + 1\text{P}$$

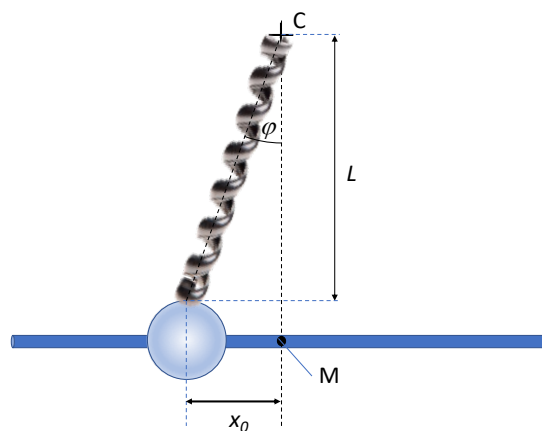
$$\text{Treffpunkt } x_T: \quad x_T = u \cdot t_2 = \frac{8\text{m}}{\text{s}} \cdot 2.91\text{s} = 23.3\text{m} \quad 1\text{P}$$

Alternativ-Lösung: $v_0 = 18\text{m/s}$

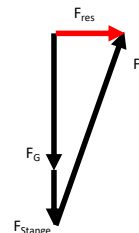
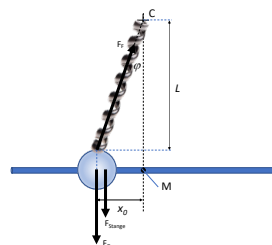
$$t_1 = -0.07\text{s}; \quad t_2 = 3.25\text{s}; \quad 1\text{P} + 1\text{P}$$

$$\text{Treffpunkt } x_T: \quad x_T = u \cdot t_2 = \frac{8\text{m}}{\text{s}} \cdot 3.25\text{s} = 26.0\text{m} \quad 1\text{P}$$

2. Eine kugelförmige Perle gleitet **reibungsfrei** entlang einer im Raum fixierten horizontalen Stange. Die Perle der Masse 0.08kg ist auf einer Seite mit einer Feder (Federkonstant $k = 200\text{N/m}$) verbunden, die am obersten Punkt der Kugel und im Punkt C fixiert ist. Befindet sich die Perle im Punkt M, so ist die Feder entspannt. Der Radius der Perle beträgt 2cm und die Länge L der entspannten Feder ist 0.4m . Die Perle wird anfänglich um $x_0 = 10\text{cm}$ ausgelenkt und dann losgelassen.
- (1P) Skizzieren Sie qualitativ das zugehörige Kräfte Diagramm unmittelbar nach dem Loslassen (Konstruktion zur Ermittlung der resultierenden Kraft).
 - (3P) Berechnen Sie den Betrag der Kraft, die die Stange unmittelbar nach dem Loslassen auf die Perle ausübt.
 - (2P) Berechnen Sie die Beschleunigung der Perle unmittelbar nach dem Loslassen.
 - (3P) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die Perle nach dem Loslassen durch den Gleichgewichtspunkt M?



- a. Zwingend: F_{res} muss horizontal sein (Diagramm rechts genügt)



1P

b. Federkraft: $F_F = k \left(\sqrt{L^2 + x_0^2} - L \right) =$
 $\frac{200\text{N}}{\text{m}} \cdot \left(\sqrt{(0.4\text{m})^2 + (0.1\text{m})^2} - 0.4\text{m} \right) = 2.46\text{N}$ 1P

Winkel φ : $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{0.1\text{m}}{0.4\text{m}} \right) = 14.0^\circ$ 0.5P

Gewichtskraft: $F_G = m \cdot g = 0.08\text{kg} \cdot \frac{9.81\text{m}}{\text{s}^2} = 0.78\text{N}$ 0.5P

Kraft der Stange: $|F_{Stange}| = F_F \cdot \cos(\varphi) - F_G = 2.46\text{N} \cos(14.0^\circ) - 0.78\text{N}$
 $= 1.61\text{N}$ 1P

c. x - Richtung: $F_x = F_{res} = F_F \sin(\varphi) = ma_x$; $a_x = \frac{F_F \sin(\varphi)}{m} = 7.45\text{m/s}$ 1P + 1P

d. Energiesatz: $\frac{1}{2} k \left(\sqrt{L^2 + x_0^2} - L \right)^2 = \frac{1}{2} m v^2$; 1P + 1P

$v = \sqrt{\frac{k}{m} \left(\sqrt{L^2 + x_0^2} - L \right)} = 0.62\text{m/s}$ 1P

3. Im Zwischenraum eines geladenen Plattenkondensators wurden die abgebildeten Äquipotenziallinien 1, ..., 5 experimentell ermittelt.
- (2P) Zeichnen Sie in die Abbildung (links) das elektrische Feld (als Vektor) in den Punkten A bis D qualitativ richtig ein.
 - (2P) Skizzieren Sie die Feldlinien zwischen den beiden Platten, die durch die Punkte A bis D führen (Abbildung rechts).

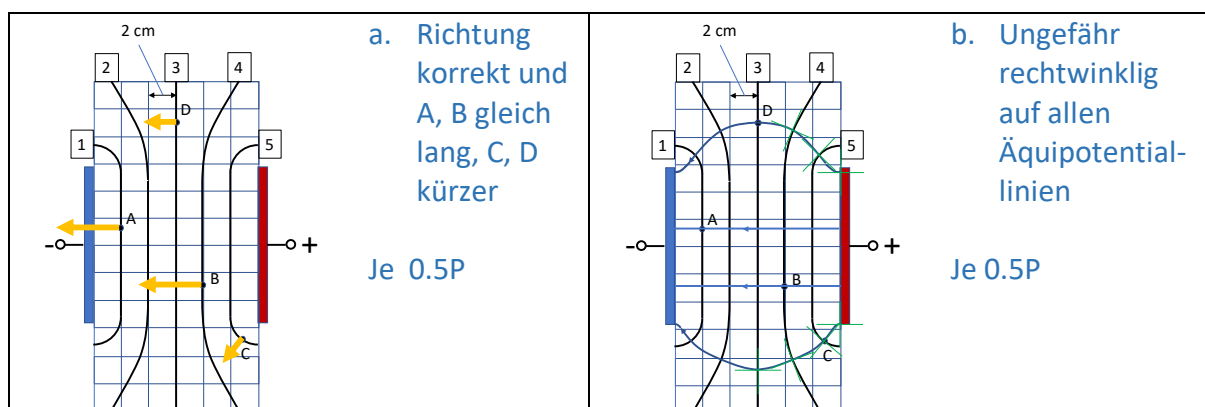
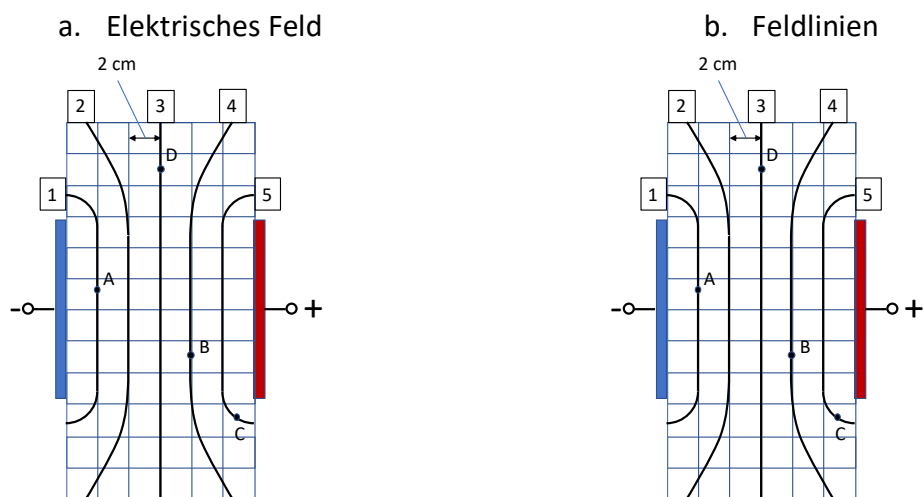
Mit Hilfe einer Potentialsonde wurden folgende Werte gemessen:

im Punkt A: $\varphi_A = 3.0V$,

im Punkt B: $\varphi_B = 12.0V$.

Für die negativ geladene Kondensatorplatte gilt die Festlegung $\varphi = 0V$.

- (1P) Geben Sie die Messwerte der Potentialsonde an, welche man für die Punkte C und D messen würde.
- (1P) Welche Spannung liegt über dem Kondensator?
- (1P) Wie gross ist die Spannung zwischen den Punkten C und D?
- (1P) Wie gross ist das elektrische Feld im homogenen Bereich des Plattenkondensators?



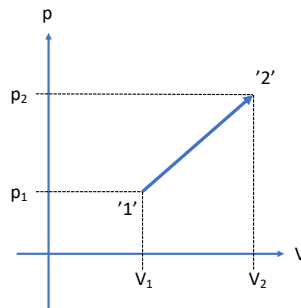
c. Punkt C: $\varphi_C = \varphi_B + \frac{(\varphi_B - \varphi_A)}{3} = 15V$; Punkt D: $\varphi_D = \varphi_B - \frac{(\varphi_B - \varphi_A)}{3} = 9V$; 0.5P + 0.5P

d. $U = 6 \frac{(\varphi_B - \varphi_A)}{3} = 18V$ 1P

e. $\varphi_C - \varphi_D = 2 \cdot \frac{(\varphi_B - \varphi_A)}{3} = 6V$ 1P

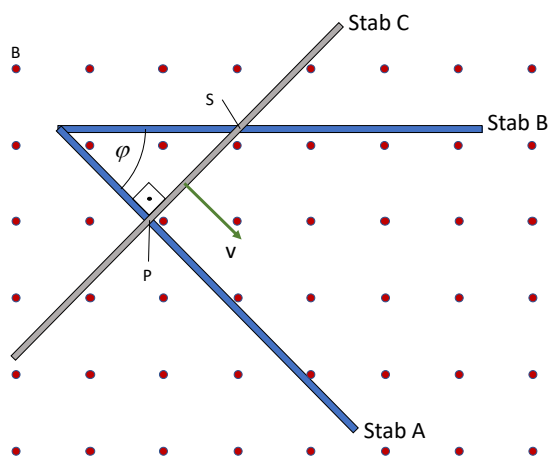
f. $E = \frac{U}{d} = \frac{18V}{6 \cdot 0.02m} = 150V/m$ 1P

4. Eine vorgegebene Teilchenmenge Wasserstoff (H_2 , verhält sich wie ein ideales Gas) ist in einem Zylinder mit verschiebbarem Kolben eingeschlossen. Im Ausgangszustand beträgt das Volumen $V_1 = 2.0 \text{ l}$, $p_1 = 1.0 \text{ bar}$ und $T_1 = 20^\circ\text{C}$. Das Gas wird einer Zustandsänderung unterworfen, welche im pV -Diagramm entlang einer Geraden von '1' (Anfangszustand) zu '2' (Endzustand) führt. Im Endzustand erreicht der Druck den Wert $p_2 = 2 \text{ bar}$ und das Volumen $V_2 = 3.0 \text{ l}$.
- (2P) Welche Teilchenmenge des Gases ist im Zylinder eingeschlossen?
 - (2P) Welche Endtemperatur T_2 wird erreicht?
 - (1P) Berechnen Sie den Betrag der Arbeit, die bei der beschriebenen Zustandsänderung verrichtet wird.
 - (1P) Bestimmen Sie die molare Wärmekapazität $C_{m,V}$ von Wasserstoff, wenn im betrachteten Temperaturbereich die Translations- und Rotationsfreiheitsgrade angeregt sind.
 - (1P) Bestimmen Sie die Änderung der inneren Energie des Systems bei der beschriebenen Zustandsänderung.
 - (2P) Welche Wärmemenge wird bei der Zustandsänderung übertragen?



- $p_1 V_1 = nRT_1 \rightarrow n = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = 0.082 \text{ mol}$ 1P + 1P
- $p_2 V_2 = nRT_2 \rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{nR} = 880.0 \text{ K}$ 1P + 1P
- Betrag der Arbeit entspricht der Fläche unter der Kurve
 $|\Delta W| = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = 150 \text{ W}$ 1P
- $C_{m,V} = \frac{f}{2} R = \frac{5}{2} 8.315 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} = 20.78 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ (Hantel $f = 5$) 1P
- $\Delta U = nC_{m,V}(T_2 - T_1) = 1000 \text{ J}$ 1P
1. Hauptsatz: $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$:
 $\Delta Q = \Delta U - \Delta W = 1000 \text{ J} - (-150 \text{ J}) = 1150 \text{ J}$ 2P

5. Zwei gerade leitende Stäbe A und B sind an einem Ende in einem Winkel $\varphi = 45^\circ$ miteinander verbunden. Ein dritter leitender Stab C wird rechtwinklig zu Stab A auf die Stäbe A und B gelegt. Stab C wird parallel zu Stab A mit der Geschwindigkeit $v = 0.35\text{m/s}$ verschoben. Zum Zeitpunkt $t = 0$ ist Stab C im Schnittpunkt von Stab A und B. Die Anordnung befindet sich in einem Magnetfeld von 0.2T , welches rechtwinklig aus der Papierebene hinaus zeigt (durch Punkte markiert).
- (4P) Welche Spannung wird im, von den Stäben gebildeten, Dreieck zum Zeitpunkt $t = 5\text{s}$ induziert?
 - (1P) In welche Richtung fließt der Strom (technische Stromrichtung) im Stab C (mit Begründung)?

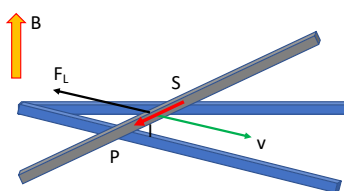


- $$\Phi_M = \int B \cdot dA = B \int dA = B \cdot \frac{1}{2}(vt)^2$$

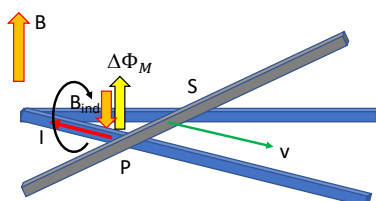
$$U_{ind} = -\frac{d\Phi_M}{dt} = -Bv^2 t = -0.1225\text{V} = -122.5\text{mV}$$

(auch positives Resultat wird akzeptiert)

1P + 1P
1P + 1P
- Von S nach P; Begründung: Lorentzkraft auf den Stab C muss v entgegengerichtet sein (Lenz'sche Regel) 1P



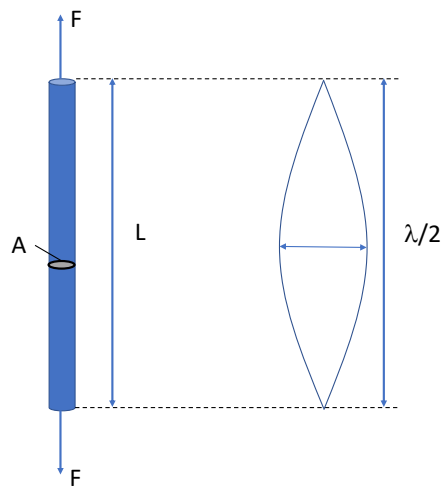
oder: induziertes Magnetfeld ist der Änderung des magnetischen Flusses entgegengerichtet



6. (6P) Sehnen sind im Wesentlichen elastische Bänder, die an beiden Enden fix eingespannt sind. Sie können deshalb Träger von unerwünschten, stehenden Wellen werden. Die Achillessehne verbindet die Ferse mit dem Muskel der Wade. Eine Frau hat etwa eine 20 cm lange Achillessehne mit einem Querschnitt von 100 mm^2 . Die Dichte des Gewebes einer Sehne beträgt 1100 kg/m^3 . Man nimmt an, dass auf die Achillessehne etwa 500N wirken. Bei welchen Frequenzen kann man bei der Frau die Grundschiwingung und die ersten beiden Oberschiwingungen erwarten?

Ausbreitungsgeschwindigkeit: $c = \sqrt{\frac{F}{A \cdot \rho}} = 67.42 \text{ m/s}$.

1P + 1P

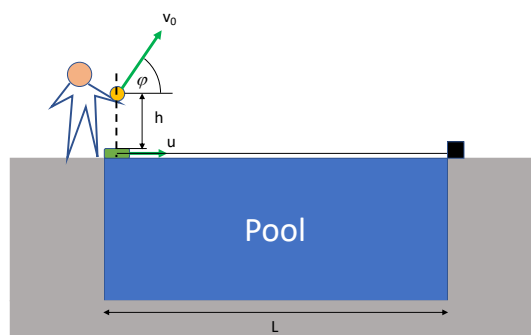


Grundfrequenz: $L = \frac{\lambda}{2}$ $c = \lambda \cdot f \quad \rightarrow \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2L} = 168.55 \text{ Hz}$ 1P + 1P

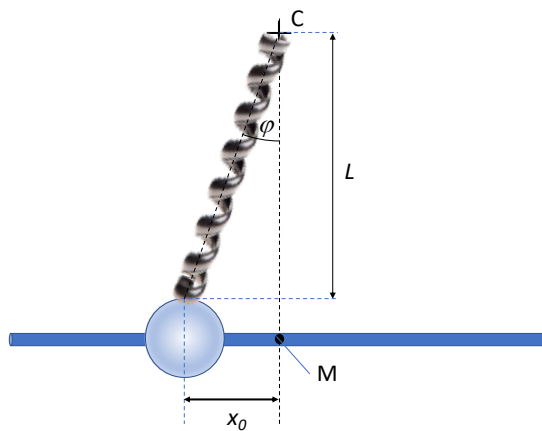
1. Oberfrequenz: $L = \lambda$ $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{L} = 337.1 \text{ Hz}$ 1P

2. Oberfrequenz: $L = \lambda \frac{3}{2}$ $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3c}{2L} = 505.65 \text{ Hz}$ 1P

1. Bei einem Geschicklichkeitsspiel wird eine schwimmende Plattform mit konstanter Geschwindigkeit $u = 8\text{m/s}$ entlang einer geraden Linie über die Wasseroberfläche eines Pools gezogen. Der Spieler steht am Poolrand und muss einen Ball so schräg nach oben werfen, dass er die sich bewegende Plattform zentral trifft. Der Abwurf des Balls und der Start der Plattform finden gleichzeitig auf den Pfiff des Schiedsrichters statt. Beim Abwurf befindet sich der Ball genau über der Mitte der Plattform. Der Pool hat eine Länge von $L = 30\text{m}$ und die Höhe h , aus der der Ball abgeworfen wird, beträgt 1.2m .
- (2P) Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit v_0 des Balls bei einem Abwurfwinkel von $\varphi = 60^\circ$.
 - (6P) In welcher Distanz von der ursprünglichen Position trifft der Ball auf die Plattform? (Falls Sie a. nicht lösen konnten, rechnen Sie mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 18m/s .)



2. Eine kugelförmige Perle gleitet **reibungsfrei** entlang einer im Raum fixierten horizontalen Stange. Die Perle der Masse 0.08kg ist auf einer Seite mit einer Feder (Federkonstant $k = 200\text{N/m}$) verbunden, die am obersten Punkt der Kugel und im Punkt C fixiert ist. Befindet sich die Perle im Punkt M, so ist die Feder entspannt. Der Radius der Perle beträgt 2cm und die Länge L der entspannten Feder ist 0.4m . Die Perle wird anfänglich um $x_0 = 10\text{cm}$ ausgelenkt und dann losgelassen.
- (1P) Skizzieren Sie qualitativ das zugehörige Kräfte Diagramm unmittelbar nach dem Loslassen (Konstruktion zur Ermittlung der resultierenden Kraft).
 - (3P) Berechnen Sie den Betrag der Kraft, die die Stange unmittelbar nach dem Loslassen auf die Perle ausübt.
 - (2P) Berechnen Sie die Beschleunigung der Perle unmittelbar nach dem Loslassen.
 - (3P) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die Perle nach dem Loslassen durch den Gleichgewichtspunkt M?



3. Im Zwischenraum eines geladenen Plattenkondensators wurden die abgebildeten Äquipotenziallinien 1, ..., 5 experimentell ermittelt.
- (2P) Zeichnen Sie in die Abbildung (links) das elektrische Feld (als Vektor) in den Punkten A bis D qualitativ richtig ein.
 - (2P) Skizzieren Sie die Feldlinien zwischen den beiden Platten, die durch die Punkte A bis D führen (Abbildung rechts).

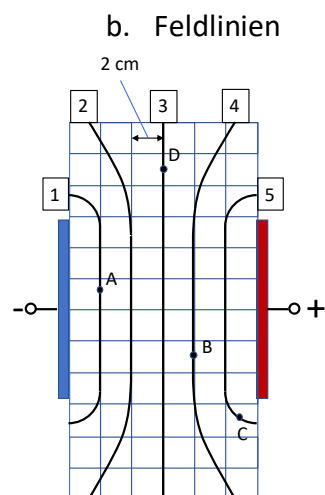
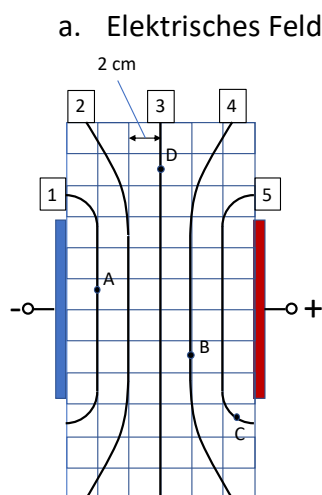
Mit Hilfe einer Potentialsonde wurden folgende Werte gemessen:

im Punkt A: $\varphi_A = 3.0V$,

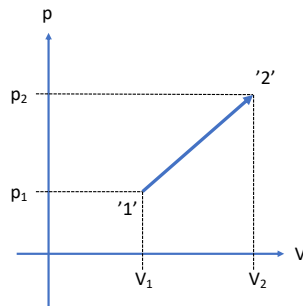
im Punkt B: $\varphi_B = 12.0V$.

Für die negativ geladene Kondensatorplatte gilt die Festlegung $\varphi = 0V$.

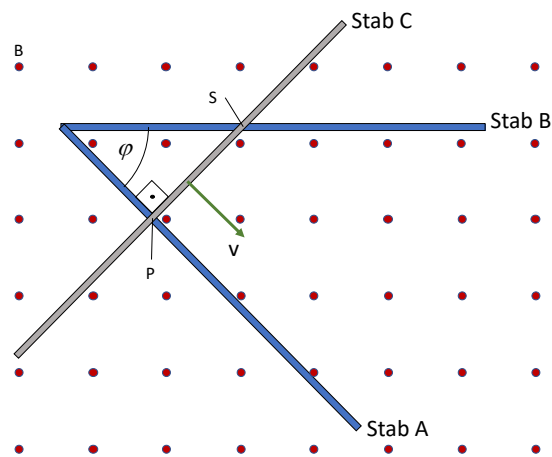
- (1P) Geben Sie die Messwerte der Potentialsonde an, welche man für die Punkte C und D messen würde.
- (1P) Welche Spannung liegt über dem Kondensator?
- (1P) Wie gross ist die Spannung zwischen den Punkten C und D?
- (1P) Wie gross ist das elektrische Feld im homogenen Bereich des Plattenkondensators?



4. Eine vorgegebene Teilchenmenge Wasserstoff (H_2 , verhält sich wie ein ideales Gas) ist in einem Zylinder mit verschiebbarem Kolben eingeschlossen. Im Ausgangszustand beträgt das Volumen $V_1 = 2.0 \text{ l}$, $p_1 = 1.0 \text{ bar}$ und $T_1 = 20^\circ\text{C}$. Das Gas wird einer Zustandsänderung unterworfen, welche im pV -Diagramm entlang einer Geraden von '1' (Anfangszustand) zu '2' (Endzustand) führt. Im Endzustand erreicht der Druck den Wert $p_2 = 2 \text{ bar}$ und das Volumen $V_2 = 3.0 \text{ l}$.
- (2P) Welche Teilchenmenge des Gases ist im Zylinder eingeschlossen?
 - (2P) Welche Endtemperatur T_2 wird erreicht?
 - (1P) Berechnen Sie den Betrag der Arbeit, die bei der beschriebenen Zustandsänderung verrichtet wird.
 - (1P) Bestimmen Sie die molare Wärmekapazität $C_{m,v}$ von Wasserstoff, wenn im betrachteten Temperaturbereich die Translations- und Rotationsfreiheitsgrade angeregt sind.
 - (1P) Bestimmen Sie die Änderung der inneren Energie des Systems bei der beschriebenen Zustandsänderung.
 - (2P) Welche Wärmemenge wird bei der Zustandsänderung übertragen?



5. Zwei gerade leitende Stäbe A und B sind an einem Ende in einem Winkel $\varphi = 45^\circ$ miteinander verbunden. Ein dritter leitender Stab C wird rechtwinklig zu Stab A auf die Stäbe A und B gelegt. Stab C wird parallel zu Stab A mit der Geschwindigkeit $v = 0.35\text{m/s}$ verschoben. Zum Zeitpunkt $t = 0$ ist Stab C im Schnittpunkt von Stab A und B. Die Anordnung befindet sich in einem Magnetfeld von 0.2T , welches rechtwinklig aus der Papierebene hinaus zeigt (durch Punkte markiert).
- (4P) Welche Spannung wird im, von den Stäben gebildeten, Dreieck zum Zeitpunkt $t = 5\text{s}$ induziert?
 - (1P) In welche Richtung fließt der Strom (technische Stromrichtung) im Stab C (mit Begründung)?



6. (6P) Sehnen sind im Wesentlichen elastische Bänder, die an beiden Enden fix eingespannt sind. Sie können deshalb Träger von unerwünschten, stehenden Wellen werden. Die Achillessehne verbindet die Ferse mit dem Muskel der Wade. Eine Frau hat etwa eine 20 cm lange Achillessehne mit einem Querschnitt von 100 mm^2 . Die Dichte des Gewebes einer Sehne beträgt 1100 kg/m^3 . Man nimmt an, dass auf die Achillessehne etwa 500N wirken. Bei welchen Frequenzen kann man bei der Frau die Grundschiwingung und die ersten beiden Oberschiwingungen erwarten?