

Schriftliche Abiturprüfung 2007 – Sachsen-Anhalt
Physik 13 n
(Grundkursniveau)

Thema G2: Bewegungen in Gravitationsfeldern

1 Eigenschaften des Gravitationsfeldes

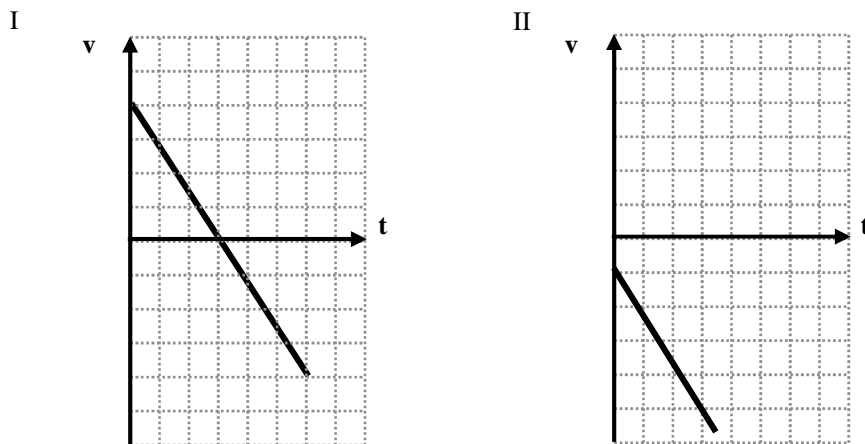
Erläutern Sie den Feldbegriff anhand des Gravitationsfeldes.

Gehen Sie dabei insbesondere auf die Entstehungsursache, die Beschreibungsmöglichkeiten sowie die auf Probekörper wirkende Kraft ein.

2 Bewegungen von Körpern in der Nähe der Erdoberfläche

Alle Körper, die sich im Gravitationsfeld der Erde bewegen, unterliegen dem Einfluss der Gravitation. Von der Bewegungsrichtung hängt es ab, in welcher Weise diese auf den Bewegungsablauf einwirkt.

Den Diagrammen I und II (Bild 1) liegen Bewegungen unter dem Einfluss der Gravitation in y -Richtung zugrunde. Die Reibung kann vernachlässigt und die Gravitationsfeldstärke als konstant betrachtet werden.



2.1 Analysieren Sie die in den Diagrammen dargestellten Bewegungen.

2.2 Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der Graphen in $y(t)$ -Diagrammen, die zu den Bewegungen I und II gehören.

3 Bewegungen von Körpern in größerer Entfernung von der Erdoberfläche

Das Erreichen größerer Entfernungen über der Erdoberfläche oder das Verlassen der Erde ermöglicht erst die Raketentechnik. Ein zu lösendes Problem ist der Antrieb.

Erläutern Sie mithilfe einer Skizze und des Impulserhaltungssatzes die prinzipielle Funktionsweise des Antriebs einer einstufigen Rakete.

4 Abhängigkeit der Zugkräfte an der geneigten Ebene von deren Neigungswinkel und der Reibungskraft (Schülerexperiment)

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen und auszuwerten. Beantworten Sie dazu die Fragen zur Vorbetrachtung und führen Sie das Experiment durch. Die Auswertung erfolgt nach den angegebenen Vorgaben. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Auftrag:

Untersuchen Sie an einer geneigten Ebene, bis zu welchem Neigungswinkel α_G sich eine Krafteinsparung beim Hinaufziehen eines Körpers gegenüber dem senkrechten Anheben erreichen lässt.

Vorbetrachtungen:

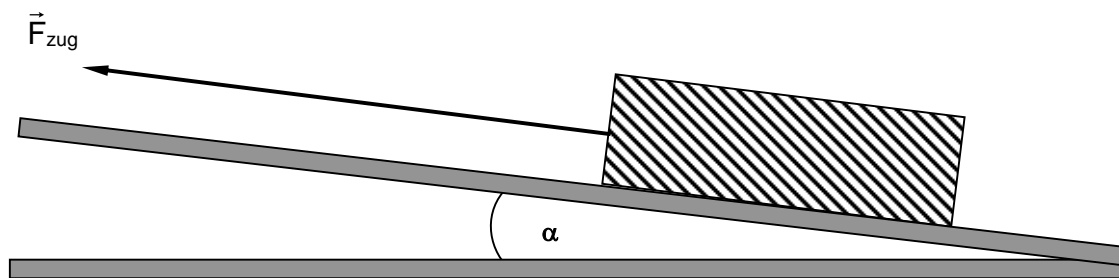
- 1 Zeigen Sie, dass für die Zugkraft F_{zug} auf der geneigten Ebene die Beziehung $F_{\text{zug}} = F_G (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$ gilt.
- 2 Berechnen Sie mithilfe dieser Gleichung die Zugkraft F_{zug} in Abhängigkeit vom Neigungswinkel α für $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ in geeigneten Abständen. Zur Berechnung der Zugkräfte werden Ihnen die Gleitreibungszahl μ und die Gewichtskraft F_G von der Lehrkraft mitgeteilt.

Stellen den Zusammenhang in einem $F_{\text{zug}}(\alpha)$ - Diagramm dar.

Ablauf des Experimentes:

Ihnen wird die Experimentieranordnung entsprechend Bild 3 zur Verfügung gestellt.

Messen Sie für geeignete Anstiegswinkel α im Intervall $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ die Zugkraft F_{zug} , die beim Hinaufziehen eines Holzquaders auf einer geneigten Ebene aufgewendet werden muss.



Bild

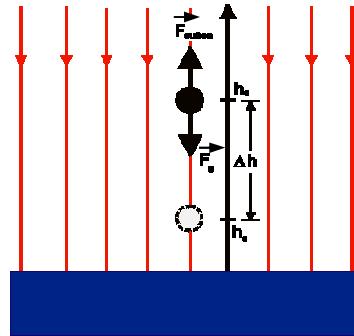
Auswertung:

- 1 Zeichnen Sie in das $F_{\text{zug}}(\alpha)$ - Diagramm der Aufgabe 2 der Vorbetrachtungen mit Ihren Messwerten einen weiteren Graphen ein.
- 2 Ermitteln Sie anhand des Graphen, bis zu welchem Neigungswinkel α_G unter den gegebenen Bedingungen die Zugkraft F_{zug} kleiner als die Gewichtskraft F_G des Körpers ist.
- 3 Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.

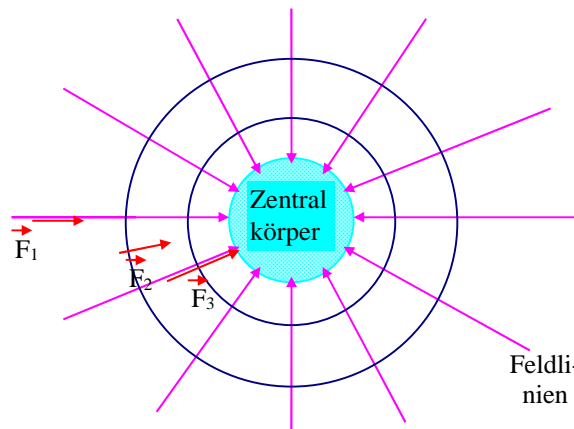
1. Eigenschaften des Gravitationsfeldes

- Begriff:
 - besonderer Zustand des Raumes, in dem auf jeden Körper der Masse m eine Gravitationskraft wirkt.
- Entstehung
 - Masse der Körper
- Beschreibungsmöglichkeiten
 - qualitativ durch das Modell der Feldlinien

- homogene Felder (nur in unmittelbarer Nähe der Planetenoberfläche)
 - Feldlinien verlaufen parallel in gleichem Abstand und senkrecht zur Planetenoberfläche



- Radialfelder (bei Abständen, die größer als die unmittelbare Oberfläche ist)



- Feldlinien verlaufen strahlenförmig zum Mittelpunkt des Zentralkörpers.
- Abstand der Feldlinien nimmt zum Zentrum hin ab.
- quantitativ durch die Gravitationsfeldstärke g
 - Die Kraft auf einen Probekörper ist im Gravitationsfeld proportional zu dessen Masse. Der Quotient ist die Gravitationsfeldstärke.
 - $\vec{g} = \vec{G} = \frac{\vec{F}}{m}$

- Kraft auf Probekörper:
 - Kräfte wirken wechselseitig
 - Massenanziehungskraft = Gravitationskraft
 - mit Feldstärke: $F = m \cdot g$
 - Gravitationsgesetz: $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

2. Bewegung von Körpern in der Nähe der Erdoberfläche

2.1 Analyse – Bewegungen

Diagramm I

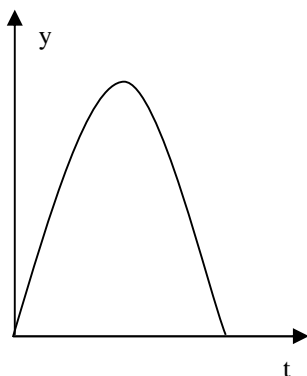
- gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- $v_0 > 0$
- $a < 0$

Diagramm II

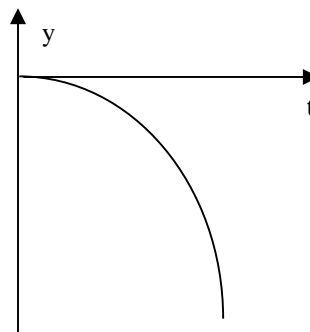
- gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- $v_0 < 0$
- $a < 0$

2.2 $y(t)$ – Diagramme:

Bewegung I



Bewegung II



3. Bewegung von Körpern in größerer Entfernung von der Erdoberfläche

Nach dem Impulserhaltungssatzes ist die Impulsänderung der Antriebsgase ist gleich der Impulsänderung der Rakete.

Die Impulsänderung wirkt als Kraftstoß.

$$F \cdot \Delta t = \Delta \cdot (m \cdot v)$$

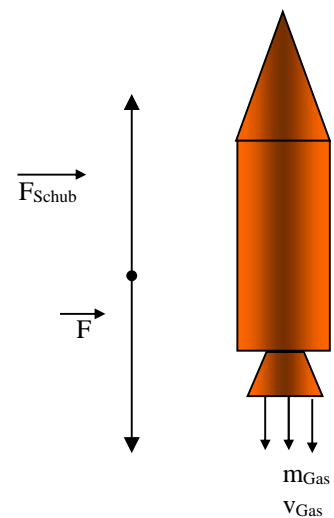
Impuls der Verbrennungsgase } = { Kraftstoß auf die Verbrennungsgase

$$m_{\text{Gas}} \cdot v_{\text{Gas}} = F \cdot \Delta t$$

Nach Wechselwirkungsgesetz gilt:

$$|\vec{F}| = |\vec{F}_{\text{Schub}}|$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{F_{\text{Schub}} = \frac{m_{\text{Gas}} \cdot v_{\text{Gas}}}{\Delta t}}}$$



4. Abhängigkeit der Zugkräfte an der geneigten Ebene von deren Neigungswinkel und der Reibungskraft (Schülerexperiment)

Vorbetrachtung:

1. Herleitung:

$$F_{\text{zug}} = F_H + F_R$$

$$= F_G \cdot \sin(\alpha) + \mu \cdot F_N$$

$$= F_G \cdot \sin(\alpha) + \mu \cdot F_G \cdot \cos(\alpha)$$

$$= F_G \cdot (\sin(\alpha) + \mu \cdot \cos(\alpha))$$

2. Diagramm:

Wertetabelle – Ebene 1

α in Grad	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
F_{zug} in N	0,35	0,48	0,61	0,71	0,79	0,85	0,89	0,89	0,87	0,82

Beispielrechnung – Ebene 1:

$$F_{\text{zug}_{20^\circ}} = 0,824 \text{ N} \cdot (\sin(20^\circ) + 0,42 \cdot \cos(20^\circ))$$
$$= 0,607 \text{ N}$$

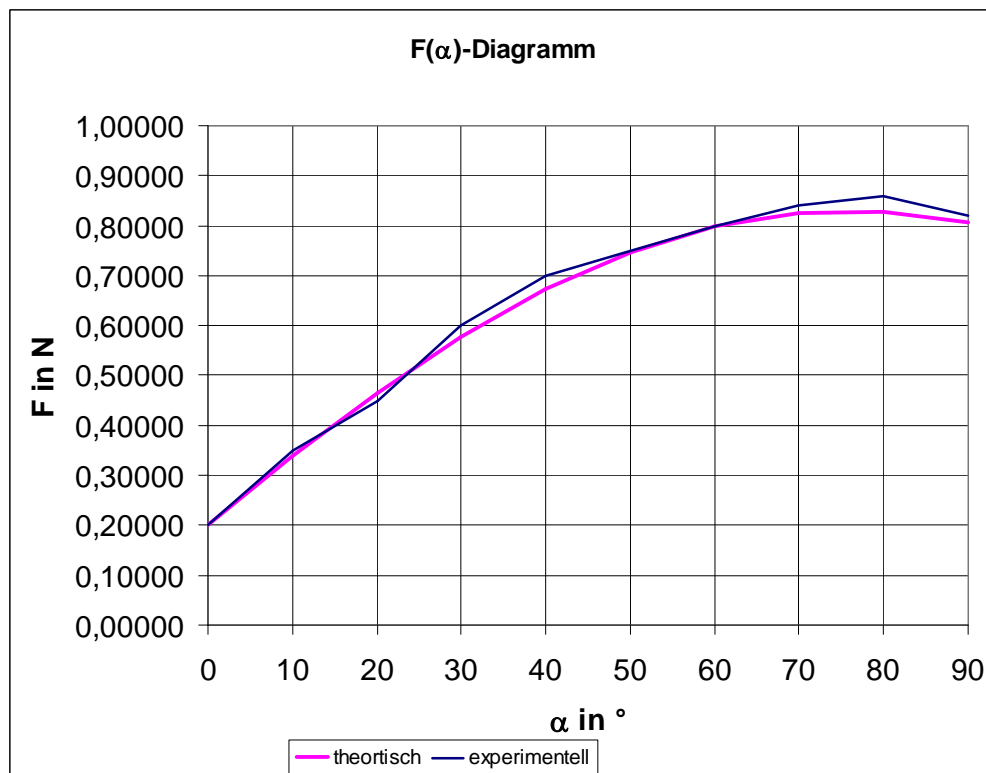
Wertetabelle – Ebene 2

α in Grad	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
F_{zug} in N	0,20	0,34	0,47	0,58	0,67	0,75	0,80	0,83	0,83	0,81

Beispielrechnung – Ebene 2:

$$F_{\text{zug}_{20^\circ}} = 0,806 \text{ N} \cdot (\sin(20^\circ) + 0,25 \cdot \cos(20^\circ))$$
$$= 0,47 \text{ N}$$

Graph - Theorie:



Durchföhrung

(Selbstständigkeit, Mittelwertbildung, Exaktheit)

Auswertung:

1. Messwerte Eintragen in bestehendes Diagramm
2. Ermittlung α_G ($F_{\text{Zug}} < F_G$ Bestimmung Grenzwinkel)
Ablesen aus Graphen
3. Fehlerbetrachtung