

.....  
Name, Vorname

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur

## Prüfung Moderne Physik ( PMA )

Montag, 23.1.2012, 08:30 – 10:30 (120 Minuten), Raum F301c/d

*Für die Bewertung "A" ist nicht die volle Punktzahl nötig!*

| Aufgabe | Punkte |
|---------|--------|
| 1.      | (6)    |
| 2.      | (8)    |
| 3.      | (4)    |
| 4.      | (20)   |
| Total   | (38)   |

### Bemerkungen:

- Die Prüfung ist in sauberer Schrift und übersichtlicher Darstellung zu schreiben!
- **Beginnen Sie jede Aufgabe auf einer neuen Seite ihrer Lösungsblätter!**
- Die Lösungswege müssen immer klar erkennbar und kontrollierbar sein, beispielsweise unterstützt mit Stichworten und Skizzen. Runden Sie numerische Lösungen auf eine sinnvolle Stellenzahl. Pro Aufgabe wird nur eine Lösungsvariante akzeptiert. Streichen Sie deshalb die nicht zu korrigierende Ansätze deutlich durch.
- Zur Lösung der Aufgaben dürfen benutzt werden:  
Physik-Skripte, eigene Notizen, Beispiele und Übungen aus dem Unterricht, Formelsammlungen (Mathematik, Physik); Taschenrechner, Zeichenhilfsmittel
- NICHT benutzt werden dürfen:  
Laptop, Lehrbücher, Mobiltelefon, Material vom Banknachbarn oder von der Banknachbarin.
- Bleiben Sie bei der Lösung einer Aufgabe stecken, sollten Sie eine sinnvolle Annahme treffen und mit Hilfe dieser Annahme weiterfahren.
- **Alle Reinschriften der gelösten Physik-Aufgaben legen Sie am Schluss des Kompetenznachweises in den vorliegenden Aufgabenbogen, den Sie mit Ihrem Namen versehen!**

**Viel Erfolg !**

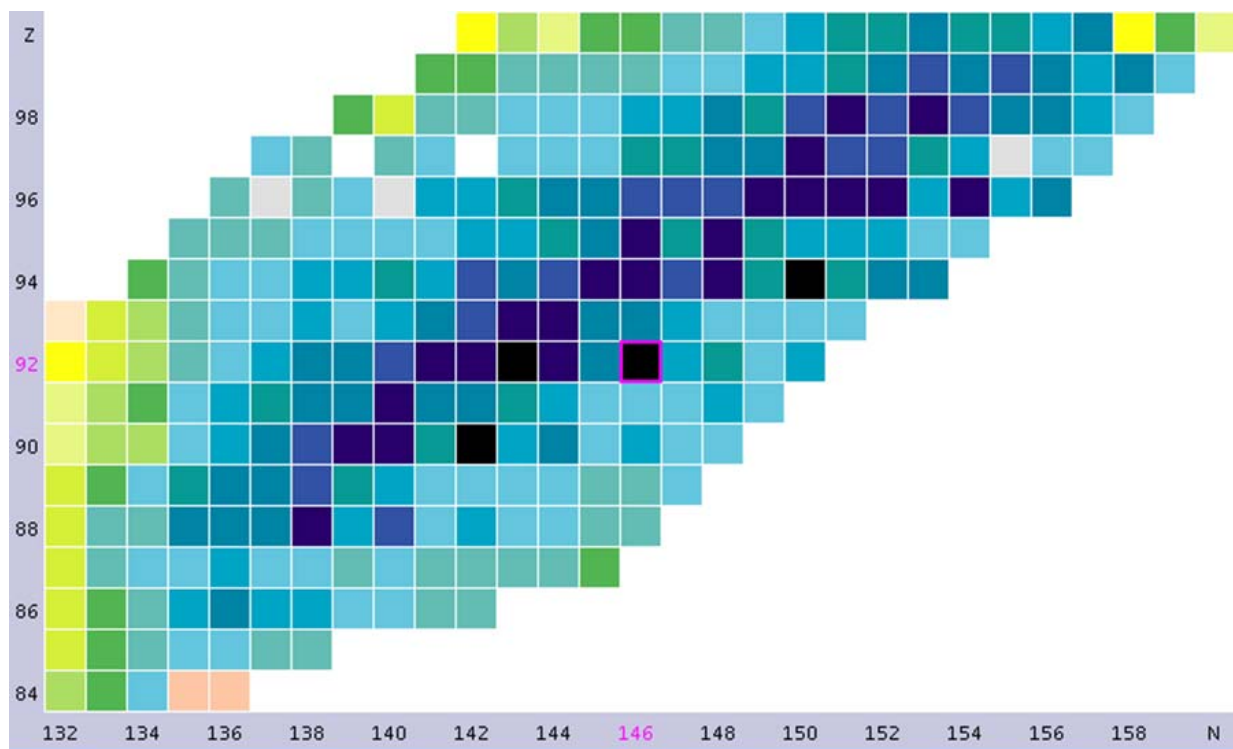
## 0. Konstanten und Größen

Avogadro Zahl =  $6.0221 \times 10^{23}$  pro Mol  
 Elementarladung eines Elektrons =  $1.6022 \times 10^{-19}$  C  
 $1 \text{ u} = 1.660\,538\,9 \times 10^{-27}$  kg  
 1 mol Kohlenstoff entspricht 12.011 g  
 Lichtgeschwindigkeit =  $3.00 \times 10^8$  m/s

| Teilchen, Isotop      | Masse (u)       |
|-----------------------|-----------------|
| Proton                | 1.007 276 467   |
| Neutron               | 1.008 664 916   |
| Elektron              | 0.000 548 580   |
| $^{238}_{92}\text{U}$ | 238.050 788 247 |
| $^4_2\text{He}$       | 4.002 603 254   |

## 1. Uran-238

6P



Ground and isomeric state information for  $^{238}_{92}\text{U}$

| E(level) (MeV) | J $\pi$ | $\Delta$ (MeV) | $T_{1/2}$   | Abundance   | Decay Modes                          |
|----------------|---------|----------------|-------------|-------------|--------------------------------------|
| 0.0            | 0+      | 47.3089        | 4.468E9 y 3 | 99.2742% 10 | $\alpha$ : 100.00 %<br>SF : 5.5E-5 % |

Die Figur zeigt die Nuklidkarte der Elemente mit einem Ausschnitt um das ausgewählte Isotop  $^{238}_{92}\text{U}$  von Uran.

- A)** Wie und in welches Element zerfällt Uran-238 ? Schreiben Sie die Zerfallsgleichung.
- B)** Berechnen Sie die kinetische Energie, die bei diesem Zerfall pro Uranatom frei wird. Das neue Element hat die Masse 234.043601230 u . LÖSUNG:  $4.26975 \text{ MeV} \approx 6.84089 \times 10^{-13} \text{ J}$
- C)** Berechnen Sie den Kernradius von Uran-238 . LÖSUNG: 7.44 fm

## 2. Das Mammut gab es vor der Gore-Tex Jacke

8P

Aufgrund des Fundortes, insbesondere mittels Datierung der Bodenschicht wird das Alter eines Mammut Stosszahns auf 42'000 Jahre geschätzt. Sie möchten es aber genauer wissen. Dazu benötigen Sie eine Probe des Mammutzahns.

Welche Masse Kohlenstoff (zum überwiegenden Teil bestehend aus  $^{12}\text{C}$ ) muss vom Zahn mindestens extrahiert werden, um eine radioaktive Zählrate von 2 Bq oder mehr messen zu können? Hinweis: Möglicherweise wird Ihnen die Analyse untersagt, weil es doch ein beträchtlicher Teil des Zahns wäre, den Sie opfern müssten. (8P)

LÖSUNG: 1.3 kg

## 3. Etwas Radioaktivität schadet nicht

4P

Welche Probe enthält mehr radioaktive Kerne:  
eine 5.7  $\mu\text{Ci}$  Probe aus  $^{240}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 6560 \text{ J}$ ) oder  
eine 4.2  $\mu\text{Ci}$  Probe aus  $^{243}\text{Am}$  ( $T_{1/2} = 7370 \text{ J}$ )

Nicht raten, mit Rechnung zeigen! (4P)

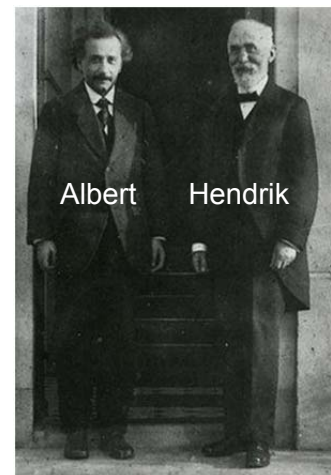
LÖSUNG: Die Pu-Probe enthält 1.2 Mal mehr radioaktive Kerne

## 4. Verfolgungsjagd zwischen Albert und Hendrik

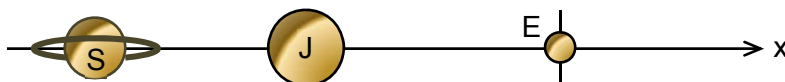
20P

Albert und Hendrik sind gute Freunde. Oft spielen sie zusammen "Luminarsamurai" mit ihren neuesten SRT2080 Gefährten. Die häufigen und ausgedehnten Solarreisen an freien Nachmittagen haben die beiden Herren hervorragend konserviert. Sie fliegen beide in gleicher Richtung, zur Erde, aber mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und aus unterschiedlicher Entfernung. Auf der Erde registriert Isaac zur Zeit  $t = 0$  folgende Daten der beiden Piloten:

| Messungen von Isaac, $t = 0$ | Albert, beobachtet von Isaac  | Hendrik, beobachtet von Isaac |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Wo                           | bei Saturn                    | bei Jupiter                   |
| Abstand zur Erde             | $15 \times 10^{11} \text{ m}$ | $8 \times 10^{11} \text{ m}$  |
| Geschwindigkeit              | 0.9 c                         | 0.6 c                         |



Saturn, Jupiter und Erde liegen während dieser Verfolgungsjagd zufällig alle auf einer Linie, Jupiter in der Mitte. Der (Eigen-) Durchmesser der Erde beträgt 12'500 km.



A) Bestimmen Sie die drei Erddurchmesser,  $d_x$ ,  $d_y$ ,  $d_z$  die Albert während seines Fluges vorbei an der Erde messen würde. (2P)

B) Wie lange dauert Alberts Reise zwischen Saturn und Erde für Isaac und für Albert. (3P)

C) Wie gross ist die Geschwindigkeit von Hendrik aus Sicht von Albert, in welche Richtung (von ihm weg, auf ihn zu)? (3P)

D) Zeichnen Sie das Verfolgungsrennen sorgfältig und genau in ein Minkowski-Diagramm ein. Isaac ist der "Rechtwinklige". Gesucht ist (a) die Lebenslinie von Albert und Hendrik, (b) fünf Ereignisse in Form kleiner Kreise im Diagramm, nämlich: (1) Vorbeiflug von Albert an Saturn (= Zeit null aus Sicht Isaac), (2) Vorbeiflug von Hendrik an Jupiter (= Zeit null aus Sicht Isaac), (3) und (4) Vorbeiflug der beiden an der Erde, (5) Zusammentreffen der beiden. (4P)

Bitte Rückseite beachten!

**E)** Nach welcher Zeit, nach Vorbeiflug bei Saturn, hat Albert Hendrik eingeholt, aus Sicht von Isaac? **(3P)**

**F)** Wie lange hat die Verfolgungsjagd gedauert aus Sicht von Albert, seit seinem Vorbeiflug an Saturn? **(5P)**

Diagramm 1:

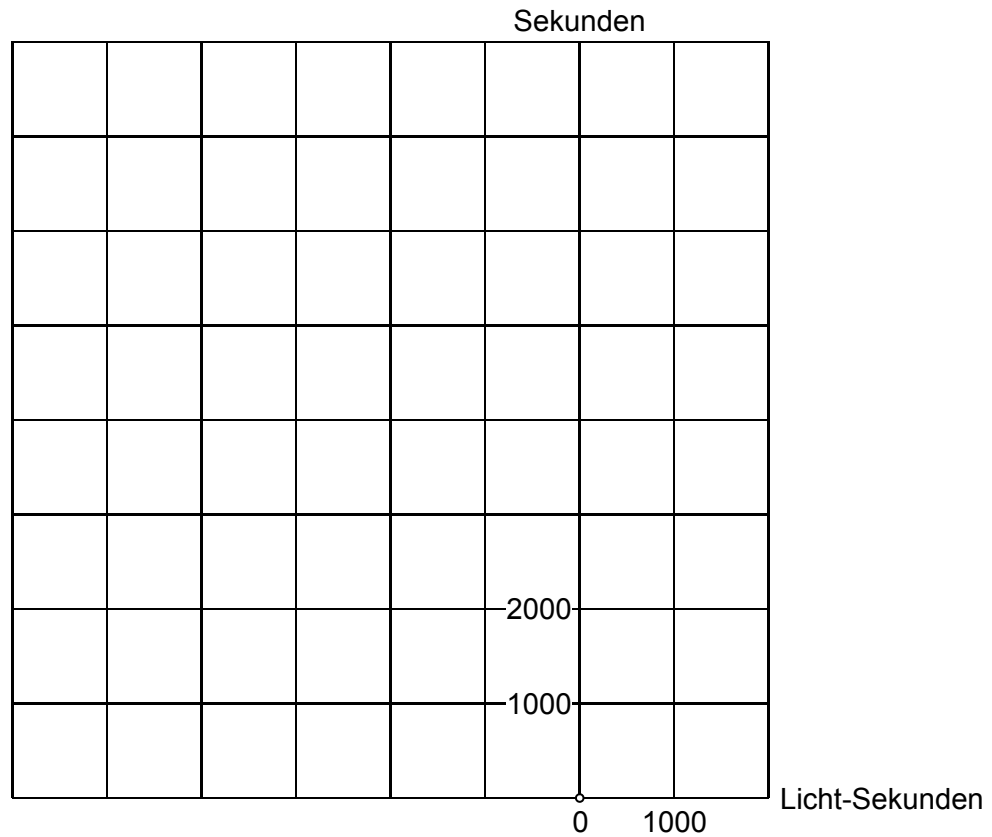
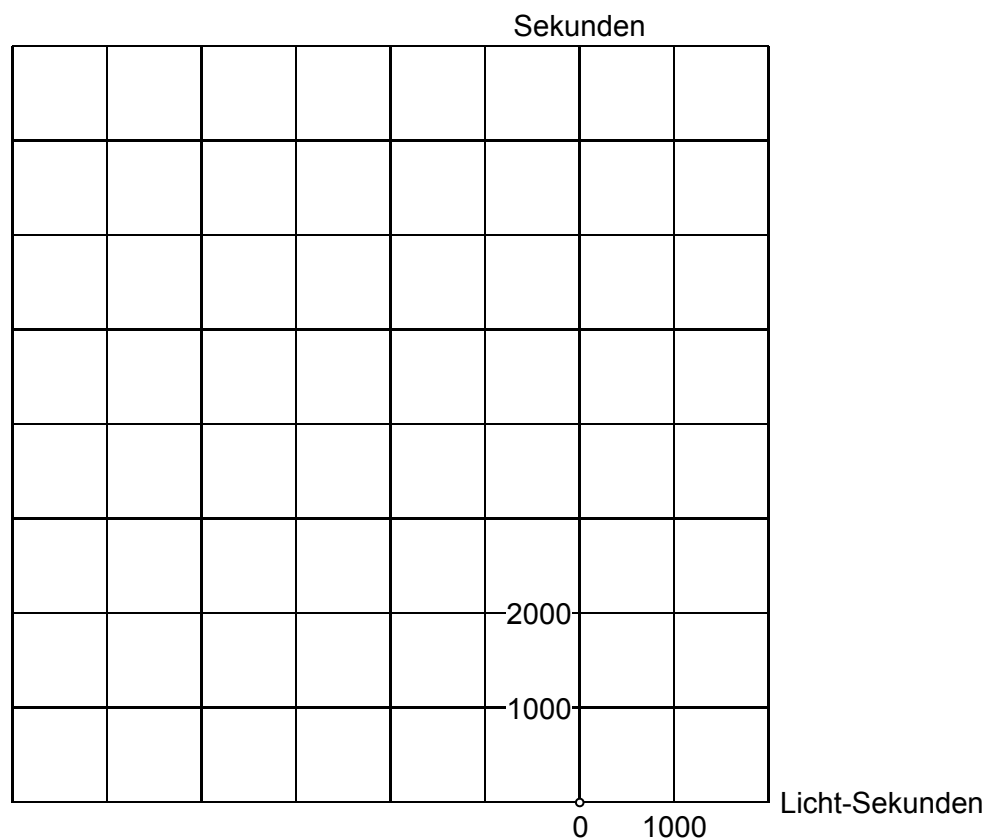


Diagramm 2,  
falls nötig:



## LÖSUNGEN

## 4. Verfolgungsjagd zwischen Albert und Hendrik

20P

|    |  |                                     |                |
|----|--|-------------------------------------|----------------|
|    | Isaac  | Albert                              | Hendrik        |
|    | Erde   | Saturn                              | Jupiter        |
|    | Abstand zur Erde $L =$                                   | 5000 s (Isaac)                      | 2670 s (Isaac) |
|    | Geschwindigkeit  | 0.9 c (Isaac)                       | 0.6 c (Isaac)  |
|    | $\alpha$   | 42.0°                               | 31.0           |
|    | $\Gamma =$   | 2.29                                | 1.25           |
| A) | Erddurchmesser =   | <u>5'450 km</u> <u>12'500 km</u>    | 10'000 km      |
| B) | Reisedauer =<br>Albert <u>5560 s</u><br>Hendrik = 4440 s | <u>2420 s</u>                       | 3560 s         |
|    |  | C) kommt entgegen mit <u>-0.65c</u> | +0.65c         |
| E) | Dauer:<br>Isaac: <u>7778 s</u>                           | F) <u>3390 s</u>                    | 6220 s         |

