

## Podstawy fizyki I – mechanika.

### Program

1. Relacja geometrii i fizyki. Subtelne problemy z określeniem przestrzeni. Spór Leibniza z Newtonem. Czasoprzestrzeń. Punkt materialny. Zdarzenie. Linia świata. Ciało swobodne. Zasada Galileusza. Parametryzacja czasoprzestrzeni rodziną ciał swobodnych. Zegar. Położenie i czas względem danej rodziny. Układ inercjalny. Analogia układu inercjalnego czasoprzestrzeni i układu kartezjańskiego płaszczyzny euklidesowej. Opis zachowania ciał swobodnych (ruch) względem układu inercjalnego. Prędkość.
2. Dwa układy inercjalne. Zasada Galileusza równouprawnienia układów inercjalnych. Konsekwencja równouprawnienia dwóch układów. Składanie prędkości. Konsekwencja równouprawnienia wszystkich par układów. Trzy teoretyczne możliwości geometrii dla czasoprzestrzeni: Euklides, Galileusz, Einstein. Doświadczenie Fizeau z płynącą wodą. Czasoprzestrzeń rzeczywista jako czasoprzestrzeń Minkowskiego, nie Galileusza. Prędkość światła w próżni jako fundamentalna wielkość w czasoprzestrzeni. „Relatywistyczny” i „nierelatywistyczny” reżim zjawisk.
3. Niecodzienne konsekwencje nowej geometrii. Stałość prędkości światła. Paradoks bliźniąt. Skrócenie Lorentza. „Elektryzowanie” się przewodnika przy zmianie układu odniesienia. Magnetyczne przyciąganie przewodów z prądem.
4. Opis „sklejania” ciał według geometrii czasoprzestrzeni Galileusza. Masa. Pęd. Sekwencja sklejania i rozpadu. Zderzenia. Prawo zachowania pędu i masy. Brak miejsca na energię! Niemożność przepowiedni prędkości końcowej przy czołowym zderzeniu jednakowych ciał.
5. Opis sklejania i rozpadu ciał według geometrii Minkowskiego. Masa. Pęd i energia. Prawo zachowania pędu i energii. Defekt masy. Obraz zjawisk w reżimie nierelatywistycznym. Energia wewnętrzna. Zderzenia sprężyste i niesprężyste.
6. Użyteczność prawa zachowania pędu. Ruch rakiety. Użyteczność połączonych praw zachowania pędu i energii. Ruch obiektu w rozrzedzonym ośrodku. Siła jako szybkość przekazu pędu. Pochodny charakter prawa Newtona względem zasady zachowania pędu. Równanie  $F=dp/dt$  jako definicja!
7. Gaz w naczyniu z tłokiem nieruchomym. Ciśnienie. Ruch tłoka pod wpływem zderzeń z cząsteczkami gazu. Reżim adiabatyczny. Szybkość zmiany pędu tłoka jako funkcja położenia. Siła i energia potencjalna. Uniwersalność wzoru:  $dT=vdp=Fdx$ .
8. Omówienie przypadków, gdy można określić z góry szybkość przekazu pędu jako funkcję położenia i prędkości ciała. Równania Newtona. Determinizm.
9. Jednowymiarowe równanie ruchu. Przyspieszenie. Ruch jednostajnie przyspieszony. Tarcie i siły oporu ośrodka. Siła proporcjonalna do wychylenia. Ruch oscylacyjny. Oscylator z siłą zewnętrzną. Ruch tłumiony. Rezonans.
10. Jednowymiarowy ruch relatywistyczny w stałym polu elektrycznym. Einsteinowska metoda znalezienia równania ruchu. „Masa podłużna”.  $F=eE$  dla cząstek szybkich jako wynik rozumowania! Nie postulat.
11. Ruch w przestrzeni. Wektory. Siła Lorentza. Spektrograf Bainbridge’a. Cyklotron. „Masa poprzeczna”. Synchrotron.
12. Opis ruchu w układzie nieinercjalnym. Przyspieszenie liniowe. Obrót jednostajny. Siła odśrodkowa, siła Coriolisa.

13. Grawitacja. Jej pokrewieństwo z siłami bezwładności. Uniwersalność przyspieszenia. Tożsamość masy i „masy grawitacyjnej”. Doświadczenie Eötvösa. Rzuty ukośne. Rzuty z uwzględnieniem oporu. Rozwiązywanie numeryczne.
14. Uwagi na temat więzów. Wahadło matematyczne. Wahadło Foucaulta.
15. Prawo powszechnego ciężenia. Ruch w polu centralnym. Prawa Keplera.
16. Rozpraszanie Rutherforda.
17. Zagadnienie dwóch ciał. Układ środka masy. Siły pływowe. Czy pod wpływem oporów Księżyc nasz spada powoli na Ziemię, czy wręcz przeciwnie? Ograniczone zagadnienie trzech ciał. Punkty Lagrange’a.
18. Oscylatory sprzężone. Superpozycja drgań. Drgania układów o wielu stopniach swobody, mody własne. Granica ośrodka ciągłego.
19. Fale mechaniczne. Fale podłużne i poprzeczne. Prędkość fazowa i grupowa. Odbicie i załamanie fal. Analiza fourierowska.
20. Akustyka. Szybkość rozchodzenia się dźwięku. Powierzchniowe i przestrzenne źródła dźwięku. Instrumenty muzyczne. Zjawisko Dopplera.
21. Zasada zachowania pędu i momentu pędu dla układu punktów materialnych. Bryła sztywna. Moment bezwładności wokół osi. Statyka brył.
22. Naprężenia w ciele stałym. Odkształcenia w ciele stałym. Prawo Hooke’a. Stałe elastyczne.
23. Obroty wokół osi zmiennej. Prędkość kątowna. Tensor bezwładności. Niezwykłe własności żyroskopów.
24. Statyka cieczy i gazów. Dynamika cieczy i gazów. Równanie Bernoulliego. Lepkość.

### **Zasady zaliczania ćwiczeń.**

Ćwiczenia zaliczane będą na podstawie liczby punktów uzyskanych z kolokwiiów oraz dodatkowych punktów z zadań domowych. Za każde z kolokwiiów można uzyskać 40 punktów. Za rozwiązanie jednej serii zadań domowych można uzyskać 1 punkt, w sumie nie więcej niż 10 punktów.

- 1) Osoba, która zdobędzie więcej niż 50% punktów, możliwych do uzyskania z dwóch kolokwiiów, ma zaliczone ćwiczenia i jest dopuszczona do egzaminu pisemnego oraz bez względu na jego wynik jest również dopuszczona do egzaminu ustnego.
- 2) Osoba, która uczęszczała na ćwiczenia, ale nie uzyskała wymaganego minimum punktów może zdawać egzamin pisemny i jeżeli z tego egzaminu uzyska więcej niż 50% wymaganej liczby punktów będzie miała prawo przystąpić do egzaminu ustnego.
- 3) Osoba, która nie zaliczyła ćwiczeń może przystąpić do części pisemnej egzaminu poprawkowego i jeśli uzyska więcej niż 50% wymaganej liczby punktów, będzie mogła przystąpić do egzaminu ustnego.
- 4) Egzamin pisemny (zarówno w sesji zwykłej, jaki też poprawkowej) składa się z testu oraz części zadaniowej. Z każdej z części można uzyskać połowę maksymalnej liczby punktów.

### **Zalecane podręczniki**

- 1) A. Szymacha, *Przestrzeń i ruch*
- 2) Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, t. 1 *Mechanika*
- 3) R. Feynman, *Wykłady z fizyki*
- 4) C. Kittel, W. D. Knight, M. A. Ruderman, *BKF: Mechanika*, t. 1
- 5) D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 1, 2
- 6) A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, *Wstęp do fizyki*,
- 7) A. K. Wróblewski, *Historia fizyki*
- 8) J. Orear, *Fizyka*
- 9) J. Ginter, *Fizyka fal*.
- 10) F.C. Crawford, *Fale*

### **Zalecane zbiory zadań**

- 1) A. Hennel, W. Krzyżanowski, W. Szuszkiewicz, K. Wódkiewicz, *Zadania i problemy z fizyki. Mechanika klasyczna i relatywistyczna*.
- 2) M. Baj, G. Szeflińska, M. Szymański, D. Wasik, *Zadania i problemy z fizyki. Drgania i fale skalarne*.
- 3) Zbiory zadań z Olimpiad Fizycznych

### **Terminy kolokwiów i egzaminu pisemnego**

I kolokwium: 14 listopada, 2011, w godz. 8-13, sala P17 (Pasteura 7)

II kolokwium: 9 stycznia, 2012, w godz. 8-13, sala P17 (Pasteura 7)

Egzamin pisemny: 24 stycznia, 2012, w godz. 8-13, sala P17 (Pasteura 7)