

XIII. VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ UČENÉ SPOLEČNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY
KAROLINUM 15. KVĚTNA 2007

Fysika a zkoumání živého

B. Velický, MFF KU

*Několik poznámek fysika, který se sám
zkoumání živého nikdy neúčastnil*

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně

... dnes např. konfokální mikroskop

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně

... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně

... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně

... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

... dnes např. CT

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice
... dnes např. CT
... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice
... dnes např. CT
... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů
... objasnění struktury DNA **začátek molekulární biologie**

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

... dnes např. CT

... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů

... objasnění struktury DNA **začátek molekulární biologie**

... dnes např. struktura proteinů za použití synchrotronového záření

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

... dnes např. CT

... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů

... objasnění struktury DNA **začátek molekulární biologie**

... dnes např. struktura proteinů za použití synchrotronového záření

... mutace u drosophilek

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

... dnes např. CT

... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů

... objasnění struktury DNA **začátek molekulární biologie**

... dnes např. struktura proteinů za použití synchrotronového záření

... mutace u drosophilek

... radiotherapie

Základní these

Živé i neživé hmotné soustavy podléhají zákonům fyziky

*... a proto je možné je
pozorovat, zkoumat a ovlivňovat fyzikálními methodami*

⌘ optická mikroskopie

... prastará (Leeuwenhoek) mikroorganismy, buňky, tkáně
... dnes např. konfokální mikroskop

⌘ Röntgenovy paprsky

... sám Röntgen použil k RTG diagnostice dříve, než byla vysvětlena jejich podstata a byly využity ve fyzice

... dnes např. CT

... Laue/ Braggové ... röntgenostrukturní analýza krystalů

... objasnění struktury DNA **začátek molekulární biologie**

... dnes např. struktura proteinů za použití synchrotronového záření

... mutace u drosofilek

... radiotherapie

⌘ *Tento výčet by mohl dlouho pokračovat*

- biofysika
- fyzikální techniky pro biologii
- fyzikální techniky v medicíně

- biofysika
- fyzikální techniky pro biologii
- ✓ fyzikální techniky v medicíně

Zobrazovací metody (*Imaging*)

RTG

Jaderná magnetická resonance

Positronová anihilace PET

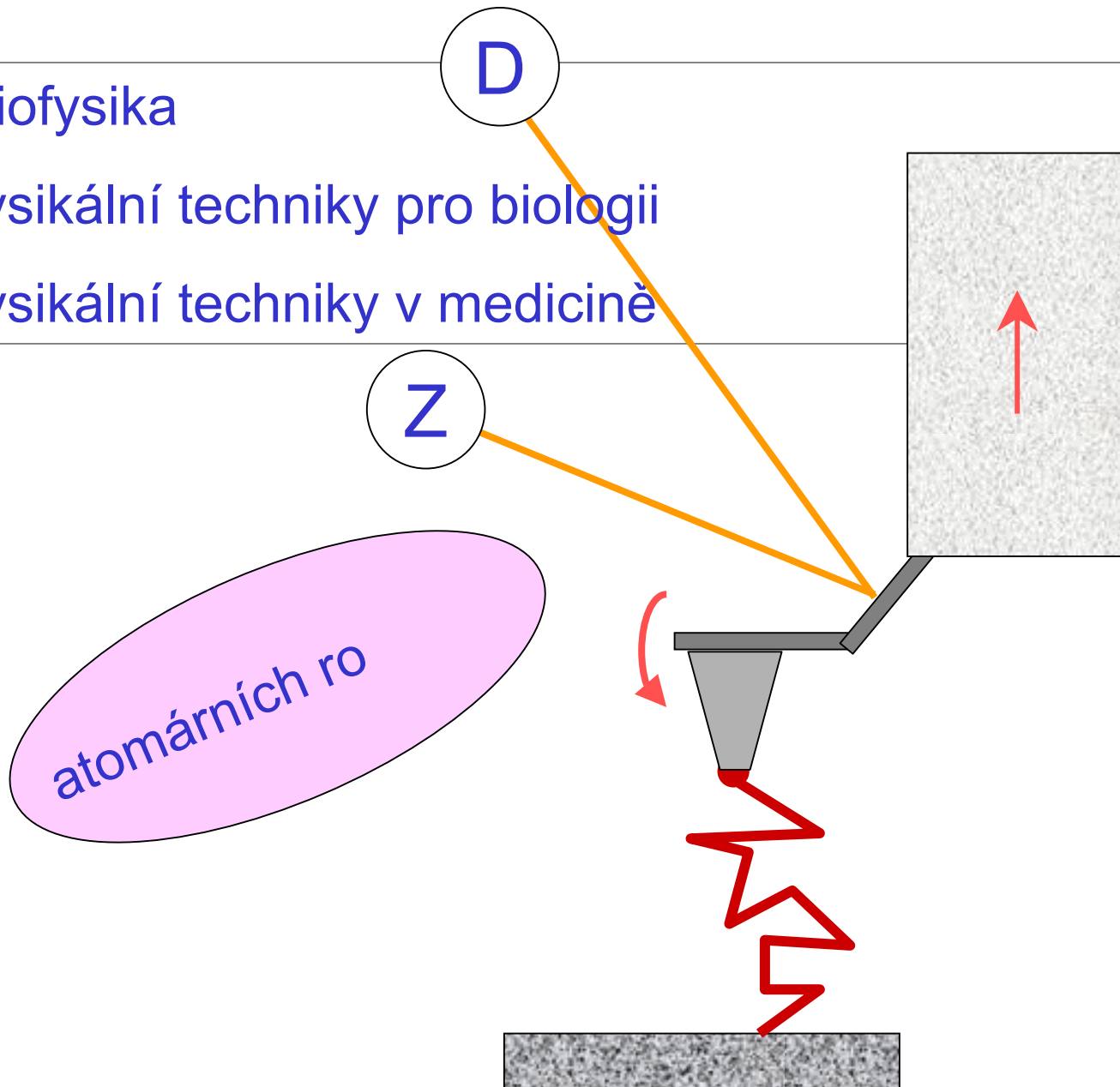
Značení radioisotopy

Ultrazvuk

Jen ukázka

✓ biofysika

- fyzikální techniky pro biologii
- fyzikální techniky v medicíně

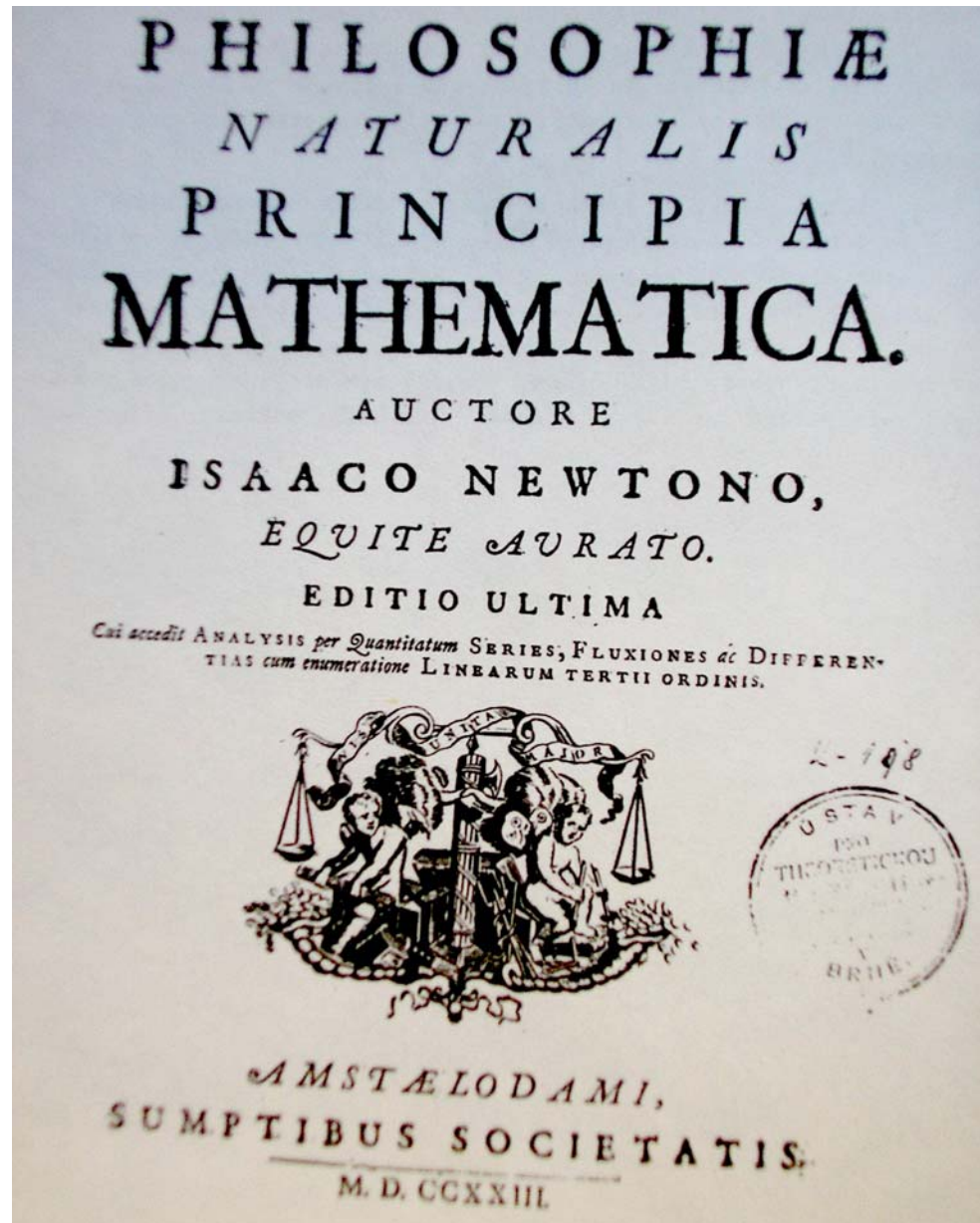


Elastické vlastnosti molekul pomocí AFM (Atomic Force Microscope)

Co vlastně fyzika může říci o živém?

Několik anekdotických případů

Z Newtonových Principií



Konec Scholia 3 a poslední stránka díla

DE MUNDI
SYSTEMATE.

& Planetarum, sine virtutis diminutione; quæque agit non pro quantitate *superficierum* particularum in quas agit (ut solent causæ Mechanicæ,) sed pro quantitate materiæ *solidæ*; & cujus actio in immensas distantias undique extenditur, decrescendo semper in duplicata ratione distantiarum. Gravitas in Solem componitur ex gravitatibus in singulas Solis particulas, & recedendo a Sole decrescit accurate in duplicata ratione distantiarum ad usque orbem Saturni, ut ex quiete Apheliorum Planetarum manifestum est; & ad usque ultima Cometarum Aphelia, si modo Aphelia illa quiescant. Rationem vero harum Gravitatis proprietatum ex Phænomenis nondum potui deducere, & Hypotheses non fingo. Quicquid enim ex Phænomenis non deducitur, *Hypothesis* vocanda est; & Hypotheses seu Metaphysicæ, seu Physicæ, seu Qualitatum ocularum, seu Mechanicæ, in *Philosophia Experimentalis* locum non habent. In hac Philosophia Propositiones deducuntur ex Phænomenis, & redduntur generales per Inductionem. Sic impenetrabilitas, mobilitas, & impetus corporum & leges motuum & gravitatis innotuerunt. Et satis est quod Gravitas revera existat, & agat secundum leges a nobis expositas, & ad corporum cælestium & maris nostri motus omnes sufficiat.

Adjicere jam liceret nonnulla de Spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente, cujus vi & actionibus particule corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt, & contiguæ factæ coherent; & corpora Electrica agunt ad distantias majores, tam repellendo quam attrahendo corpuscula vicina; & Lux emittitur, reflectitur, refringitur, inflectitur, & corpora calefacit; & Sensatio omnis excitatur, & membra Animalium ad voluntatem moventur, vibrationibus scilicet hujus Spiritus per solida nervorum capillamenta ab externis sensuum organis ad cerebrum & a cerebro in musculos propagatis. Sed hæc paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia Experimentorum, quibus leges actionum hujus Spiritus accurate determinari & monstrari debent.

F I N I S.

Poslední odstavec

Adjicere jam liceret nonnulla de Spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente, cujus vi & actionibus particulæ corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt, & contiguæ factæ cohærent; & corpora Electrica agunt ad distantias majores, tam repellendo quam attrahendo corpuscula vicina; & Lux emittitur, reflectitur, refringitur, inflectitur, & corpora calefacit; & Sensatio omnis excitatur, & membra Animalium ad voluntatem moventur, vibrationibus scilicet hujus Spiritus per solida nervorum capillamenta ab externis sensuum organis ad cerebrum & a cerebro in musculos propagatis. Sed hæc paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia Experimentorum, quibus leges actionum hujus Spiritus accurate determinari & monstrari debent.

F I N I S.

Poslední odstavec

Adjicere jam liceret nonnulla de Spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente, cujus vi & actionibus particulæ corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt, & contiguæ factæ cohærent; & corpora Electrica agunt ad distantias majores, tam repellendo quam attrahendo corpuscula vicina; & Lux emittitur, reflectitur, refringitur, inflectitur, & corpora calefacit; & Sensatio omnis excitatur, & membra Animalium ad voluntatem moventur, vibrationibus scilicet hujus Spiritus per solida nervorum capillamenta ab externis sensuum organis ad cerebrum & a cerebro in musculos propagatis. Sed hæc paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia Experimentorum, quibus leges actionum hujus Spiritus accurate determinari & monstrari debent.

Budiž nyní dovoleno připojiti něco ne nezávažného o jakémsi nejvýš jemném dechu prostupujícím hustá tělesa a spočívajícím skrytě v nich, jehož silou a působením

- částice těles se navzájem přitahují na nejmenší vzdálenosti a udržují se ve vzniklém styku;
- elektrická tělesa působí na značné vzdálenosti jak odpuzováním, tak přitahováním okolních částic;
- světlo se vysílá, odráží, láme, ohýbá, zahřívá tělesa;
- vyvolává se veškeré cítění, a těla živočichů se podle vůle pohybují, rozumí se šířením chvění tohoto dechu nervovými vlákny od vnějších smyslových orgánů k mozku a od mozku do svalů.

Ale toto všechno se nedá vyložit několika slovy; a není tu dostatečná bohatost experimentů, jimiž je dlužno zákony působení toho dechu zevrubně vymezit a prokázat.

Poslední odstavec

Adjicere jam liceret nonnulla de Spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente, cuius vi & actionibus particulae co-contiguae fac majores, tam emittitur, re & Sensatio o moventur, v capillamenta in musculos propagatis. Sed haec paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia Experimentorum, quibus leges actionum hujus Spiritus accurate determinari & monstrari debent.

- ① Jednotné vysvětlení neživého i živého
- ② Za hranicemi mechanistických představ
- ③ Co by měl být ten Spiritus subtilissimus?

Budiž nyní dovoleno připojiti něco ne nezávažného o jakémsi nejvýš jemném dechu prostupujícím hustá tělesa a spočívajícím skrytě v nich, jehož silou a působením

- částice těles se navzájem přitahují na nejmenší vzdálenosti a udržují se ve vzniklém styku;
- elektrická tělesa působí na značné vzdálenosti jak odpuzováním, tak přitahováním okolních částic;
- světlo se vysílá, odráží, láme, ohýbá, zahřívá tělesa;
- vyvolává se veškeré cítění, a těla živočichů se podle vůle pohybují, rozumí se šířením chvění tohoto dechu nervovými vlákny od vnějších smyslových orgánů k mozku a od mozku do svalů.

Ale toto všechno se nedá vyložit několika slovy; a není tu dostatečná bohatost experimentů, jimiž je dlužno zákony působení toho dechu zevrubně vymezit a prokázat.

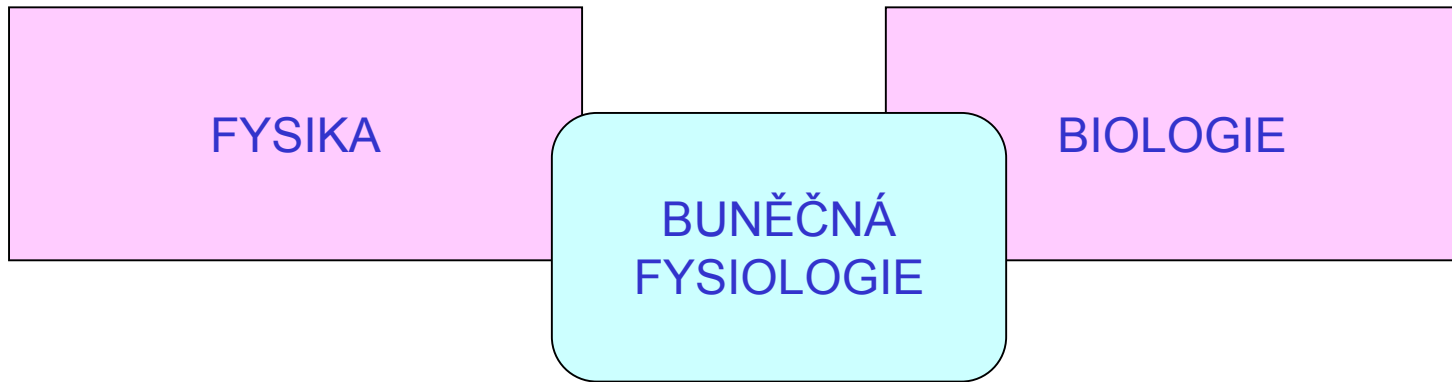
To bylo v XIX. století pozapomenuto

FYSIKA

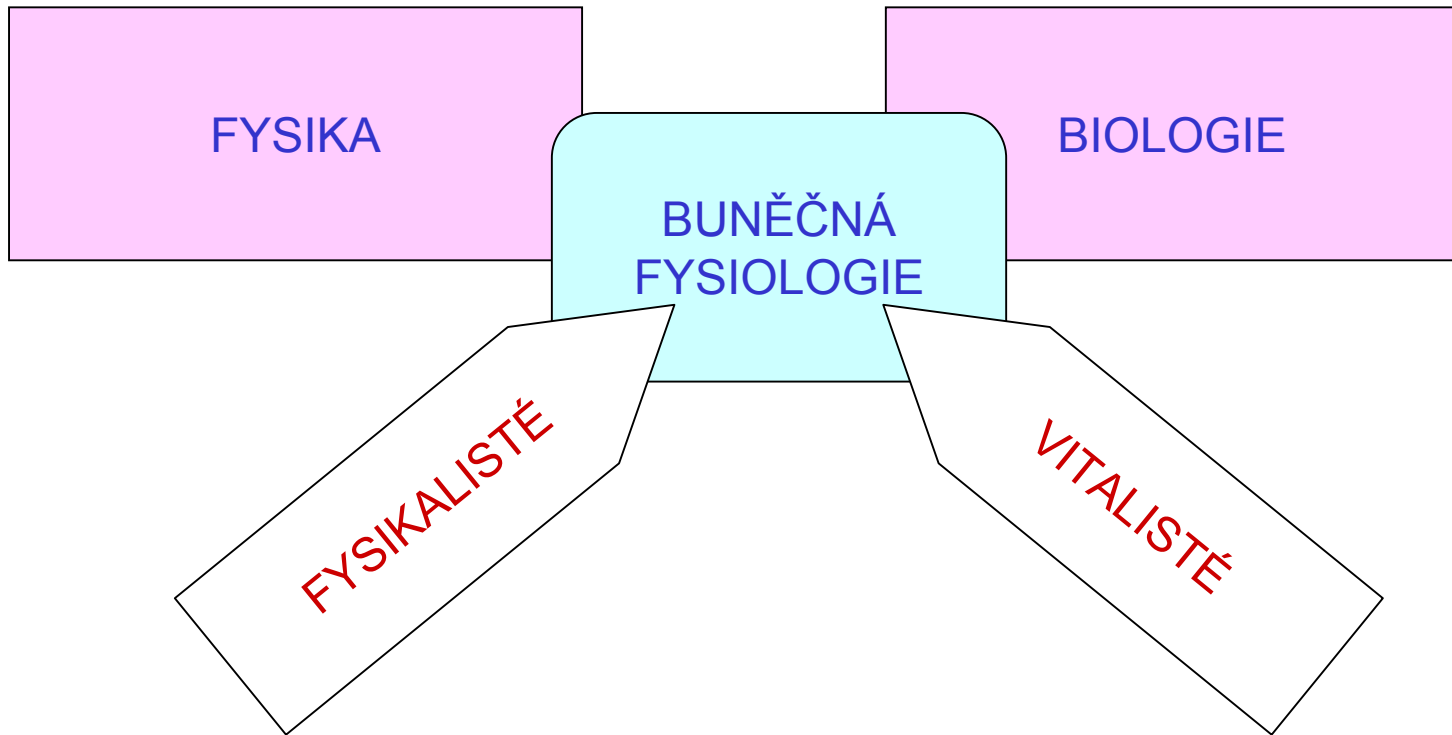
G A P

BIOLOGIE

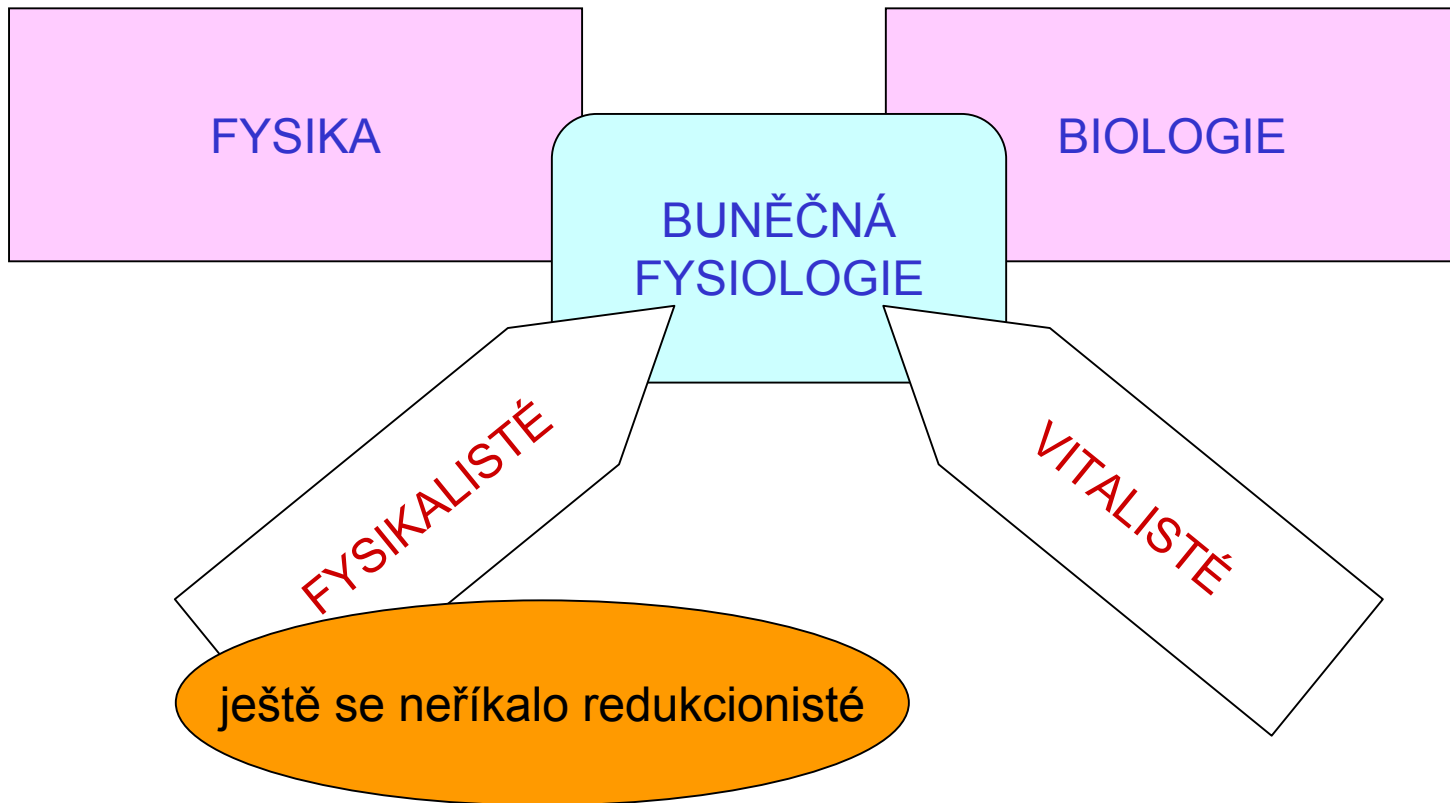
To bylo v XIX. století pozapomenuto



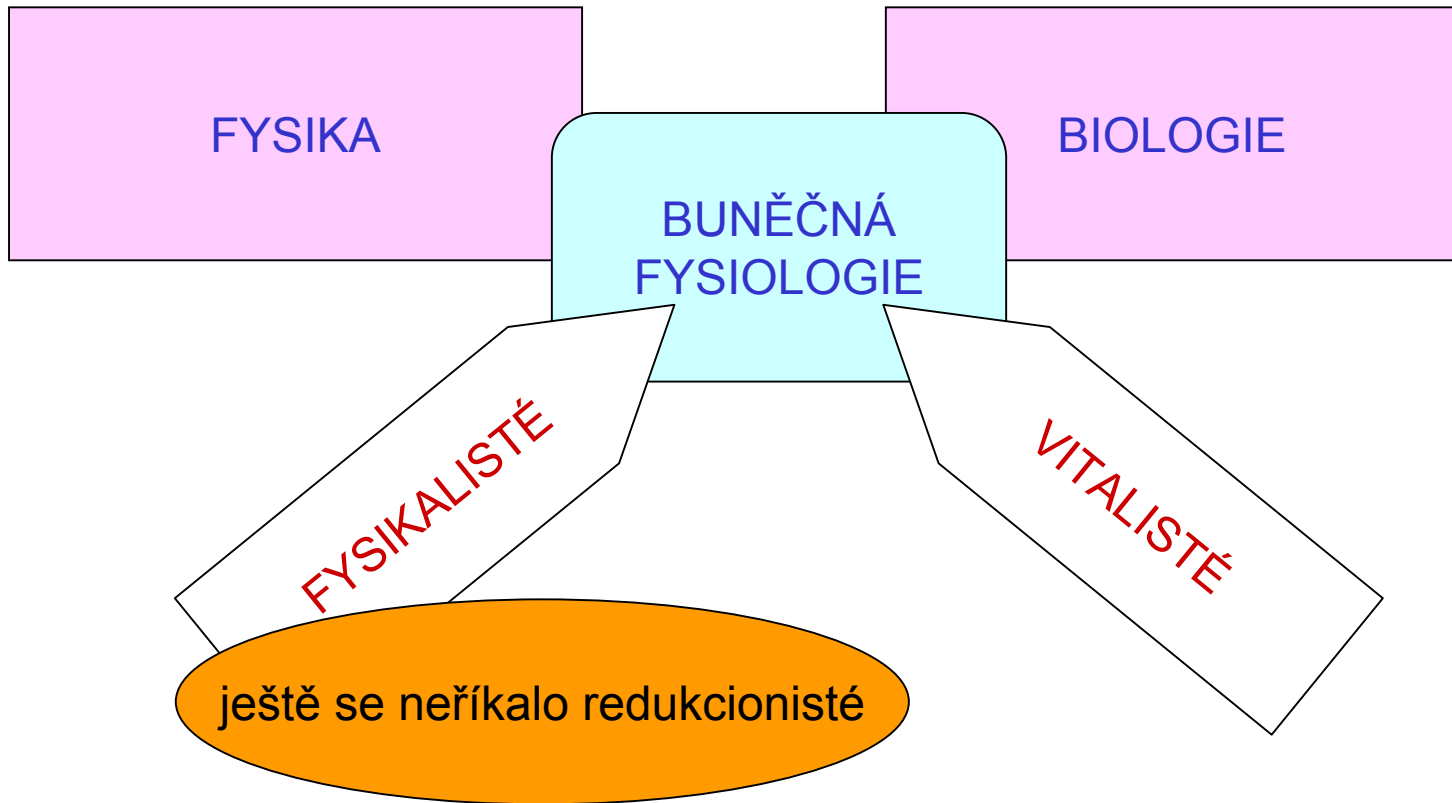
To bylo v XIX. století pozapomenuto



To bylo v XIX. století pozapomenuto



To bylo v XIX. století pozapomenuto



Z hlediska rozvoje vědy to bylo značně předčasné

Co k tomu řekl Ernst Mach

noch immer erwarten, daß einer künftigen Physik gelingen wird, was der heutigen noch nicht gelang. Hat ja doch im engeren Gebiete der Physik die mechanistische Schule immer wieder das Ziel verfolgt, die ganze Physik auf mechanische Grundlagen zurückzuführen. Heute aber scheint es, daß die ersehnte Vereinheitlichung gelingen wird, aber nicht auf Grundlage der Mechanik, sondern der Elektrodynamik, von der die Mechanik und die übrigen Kapitel der Physik sich als dürftigere Spezialfälle zu erweisen Miene machen. So könnte auch die Biologie sich zu einer Lehre entwickeln, von welcher die Physik des Unorganischen ein einfacheres Spezialkapitel bliebe.

... Tak by se mohla biologie taktéž vyvinout v nauku, jíž by fyzika neorganického zůstala jednodušší speciální kapitolou.

Co k tomu řekl Ernst Mach

noch immer erwarten, daß einer künftigen Physik gelingen wird, was der heutigen noch nicht gelang. Hat ja doch im engeren Gebiete der Physik die mechanistische Schule immer wieder das Ziel verfolgt, die ganze Physik auf mechanische Grundlagen zurückzuführen. Heute aber scheint es, daß die ersehnte Vereinheitlichung gelingen wird, aber nicht auf Grundlage der Mechanik, sondern der Elektrodynamik, von der die Mechanik und die übrigen Kapitel der Physik sich als dürftigere Spezialfälle zu erweisen Miene machen. So könnte auch die Biologie sich zu einer Lehre entwickeln, von welcher die Physik des Unorganischen ein einfacheres Spezialkapitel bliebe.

... Tak by se mohla biologie taktéž vyvinout v nauku, jíž by fyzika neorganického zůstala jednodušší speciální kapitolou.

OVŠEM

= Mach nevěřil na atomy

= netušil vznik kvantové fyziky

Jak Niels Bohr způsobil konversi M. Delbrücka

MD byl jeho student teoretické jaderné fyziky. V r. 1932 vyslechl přednášku NB "Světlo a život" na kongresu foterapeutů. Fysika se mu znelíbila.

Co řekl Bohr. Zobecnil princip komplementarity i na biologii

The basis for the complementary mode of description in biology is not connected with the problems of controlling the interaction between object and the measuring tool, already taken into account in the chemical kinetics, but with the practically inexhaustible complexity of the organism.

Základ pro komplementární způsob popisu v biologii není spojen s problémem ovládnutí interakce mezi objektem a měřicím přístrojem, uváženým již v chemické kinetice, nýbrž v prakticky nevyčerpatelné komplexitě organismu

Snaha dokonale experimentálně poznat organismus není slučitelná s jeho životem založeným na příliš složitě existenci.

MD se Bohra ptal, jak začít. NB radil, že musí najít výchozí archetypální systém analogický atomu vodíku v kvantové fyzice. Ten navzdory své jednoduchosti vyžaduje nový plně kvantový přístup.

Takový systém MD našel v bakteriofágu a začal svůj památný fágový program.

Redukcionismus

The ultimate aim of the modern movement in biology is to explain all biology in terms of physics and chemistry

The ultimate aim of the modern movement in biology is to explain all biology in terms of physics and chemistry

Konečný cíl moderního hnutí v biologii je vysvětlit
celou biologii pomocí fyziky a chemie

The ultimate aim of the modern movement in biology is to explain all biology in terms of physics and chemistry

Konečný cíl moderního hnutí v biologii je vysvětlit celou biologii pomocí fyziky a chemie

FRANCIS CRICK 1966

Manifest redukcionismu šedesátých let

The ultimate aim of the modern movement in biology is to explain all biology in terms of physics and chemistry

Konečný cíl moderního hnutí v biologii je vysvětlit
celou biologii pomocí fyziky a chemie

FRANCIS CRICK 1966

Schema úrovní

NEŽIVÉ	ŽIVÉ	VĚDNÍ OBOR
makroskopické objekty	organismus	
mesoskopické struktury	buňky	
	boněčné struktury	
	molekuly	molekulární genetika
	elektrony a jádra	kvantová chemie
	leptony a hadrony	standardní model

	stringy	teorie všeho

Redukcionistické schema úrovní



ZDOLA NAHORU FUNDAMENTÁLNÍ ÚROVEŇ POSTAČUJÍCÍ PODMÍNKOU

Redukcionistické schema úrovní



ZDOLA NAHORU FUNDAMENTÁLNÍ ÚROVEŇ POSTAČUJÍCÍ PODMÍNKOU

Schema úrovní: kontextuální emergence



SHORA DOLŮ

FUNDAMENTÁLNÍ ÚROVEŇ

NUTNOU PODMÍNKOU

Některé současné názory

Tento spor žije, není ale specificky postaven jako fyzici -- biologové

Zásadní redukcionista: S. Weinberg (ovšem proč ... supercollider)

Říká něco podstatného: redukcionismus jako pracovní metodologie vs. filosofie

Reformulace: jde o problém ontický, nebo epistemický?

Nepříjemný nátlak v duchu

"Kdo není redukcionista, buď resignuje na vědecké vysvětlení vyšších úrovní, nebo je vitalista, nebo stoupenec Intelligent Designu"

Problémy tvrdého redukcionismu

- živý organismus je otevřený systém s pamětí a s vysokou mírou organizace založenou na složité informační síti s mnoha zpětnými vazbami;
- měkký systém řízení, robustní výsledek
- teorie všeho nedává místo pro vědomí, svobodnou vůli, rozhodování
- komplexní systémy mají tendenci formovat emergentní vlastnosti

